

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. Juli 2001 (26.07.2001)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
PCT WO 01/52685 A2

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: A44C 21/00 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OVD KINEGRAM AG [CH/CH]; Gubelstrasse 22, CH-6301 Zug (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/00517 (72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum: 18. Januar 2001 (18.01.2001) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **TOMPINKIN, Wayne, Robert** [US/CH]; Oesterliwaldweg 2, CH-5400 Baden (CH). **STAUB, René** [CH/CH]; Schmiedstrasse 6, CH-6330 Cham (CH). **HASLER, Andreas** [CH/CH]; Tschuggenstrasse 48, CH-7000 Chur (CH). **JÜTZ, Jakob** [CH/CH]; Steinbergweg 10, CH-9472 Grabs (CH). **MÜLLER, Martin** [CH/CH]; Pischastrasse 2, CH-7260 Davos-Dorf (CH).

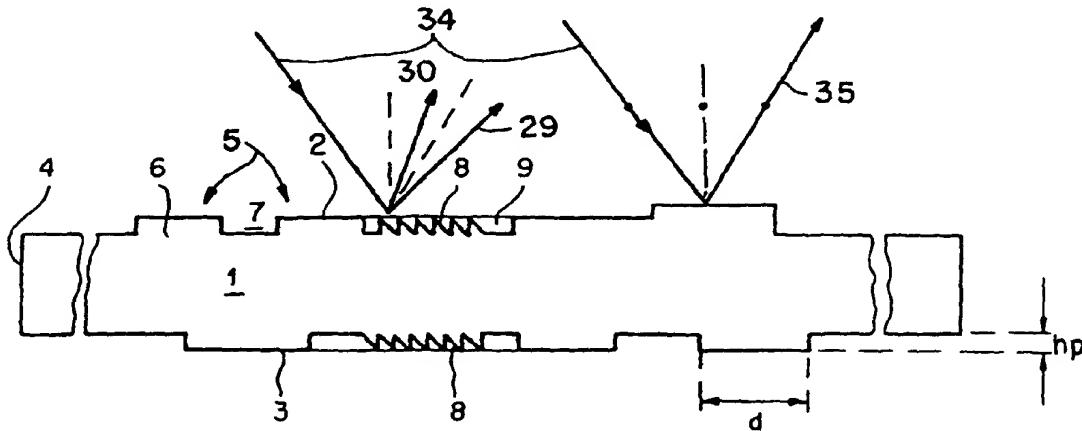
(25) Einreichungssprache: Deutsch (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 02 644.3 21. Januar 2000 (21.01.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COIN PROVIDED WITH DIFFRACTION STRUCTURES

(54) Bezeichnung: MÜNZE MIT BEUGUNGSSTRUKTUREN



(57) Abstract: The invention relates to a coin (1) which has a metallic surface (2, 3) and comprises macroscopic reliefs (5) that serve to visually indicate the value of the coin and as a legitimacy feature. Microscopically fine relief structures (8) that cause diffraction are placed directly inside at least one of the surfaces (2, 3). The relief structures (8) are preferably recessed and covered with a lacquer (9). In addition, it is advantageous when at least one portion of the relief structures (8) has an asymmetrical profile shape and/or the lattice vectors are radially aligned. The relief structures (8) can also contain a machine-readable coding which is recognized by cost-effective optical reading devices to be installed in coin examiners. The microscopic relief structure (8) can be provided on a hard material surface (2, 3) by removing material effected by exposing the material surface (2, 3) to a laser beam. The laser beam passes through a mask that determines the shape of the relief structures (8) and subsequently passes through an optical imaging system for size reduction. The exposure to light can be effected according to the two beam interference method. During an additional method, the microscopic relief structures (8) are etched into the material surface (2, 3).

(57) Zusammenfassung: Eine Münze (1) mit einer metallischen Oberfläche (2, 3) weist makroskopische Reliefs (5) auf, die zur visuellen Angabe des Münzwertes und als Echtheitsmerkmal dienen. Direkt in wenigstens einer der Oberflächen (2, 3) sind mikroskopisch feine, beugungswirksame Reliefstrukturen (8) eingebracht. Die Reliefstrukturen (8) sind vorzugsweise vertieft.

WO 01/52685 A2

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(74) **Anwalt:** PÖHLAU, Claus; Louis, Pöhlau, Lohrentz & Segeth, Postfach 30 55, 90014 Nürnberg (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

angeordnet und mit einem Lack (9) bedeckt. Von Vorteil ist es zudem, wenn wenigstens ein Teil der Reliefstrukturen (8) eine asymmetrische Profilform und/oder die Gittervektoren radial ausgerichtet aufweist. Die Reliefstrukturen (8) können auch eine maschinenlesbare Codierung enthalten, die von kostengünstigen optischen Lesegeräten für einen Einbau in Münzprüfer erkannt wird. Das Aufbringen der mikroskopischen Reliefstruktur (8) auf eine harte Materialoberfläche (2, 3) kann durch Abtragen von Material mittels Belichtung der Materialoberfläche (2, 3) mit einem Laserstrahl erfolgen. Dabei passiert der Laserstrahl eine die Form der Reliefstrukturen (8) bestimmende Maske und anschliessend ein optisches Abbildungssystem zur Verkleinerung. Die Belichtung kann auch nach der Methode der Zwei-Strahl-Interferenz erfolgen. Bei einem weiteren Verfahren werden die mikroskopischen Reliefstrukturen (8) in die Materialoberfläche (2, 3) eingeätzt.

5 Münze mit Beugungsstrukturen

Die Erfindung betrifft eine Münze mit Sicherheitselementen gemäss dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 2, Münzprüfer mit Lesegeräten zur Prüfung der Echtheit solcher Münzen gemäss dem Oberbegriff der Ansprüche 7 und 9 und

10 Verfahren zur Herstellung solcher Münzen gemäss dem Oberbegriff der Ansprüche 11 und 14.

Solche Münzen eignen sich als besonders fälschungssichere Zahlungsmittel. Es ist bekannt, dass Münzen mit makroskopischen Reliefs leicht fälschbar sind und dass elektronische Münzprüfer, die die geometrischen und metallischen

15 Eigenschaften von Münzen prüfen, mit nachgemachten Münzen oder Münzen anderer Länder zu täuschen sind.

Aus der US-5'216'234 sind münzenähnliche Rondellen ("Token") bekannt. Auf einem Kreisring um den Mittelpunkt der Rondelle sind in die Oberfläche derselben verschieden geneigte Spiegelflächen eingeprägt, die einen Code bilden. Die

20 Spiegelflächen reflektieren einfallendes Licht in unterschiedlichen, vorbestimmten Richtungen. Das reflektierte Licht wird in einem Lesegerät mittels Photodetektoren analysiert und die echten Rondellen werden so erkannt.

Die US-5'046'841 beschreibt eine aus Kunststoff gegossene Scheibe, die punktsymmetrisch zum Mittelpunkt der Scheibe angeordnete Kreisringe aufweist.

25 In jedem Kreisring weist die Oberfläche vorbestimmte optische Eigenschaften auf, wie Brechen oder Reflektieren oder Beugen von Licht. Eine Kombination der Kreisringe mit unterschiedlichen Oberflächeneigenschaften bildet einen Code, der eine optisch maschinelle Erkennung der Rondelle ermöglicht. Anstelle der Einteilung in Kreisringe kann die Einteilung auch in Kreisringsegmente mit

30 unterschiedlichen Oberflächeneigenschaften erfolgen.

Zudem beschreibt das Gebrauchsmuster DE-G 92 04 029.2 ein scheibenförmiges Pfand-Chip aus Kunststoff. Diese Scheiben tragen auf wenigstens einer Scheibenfläche ein visuell erkennbares, dekoratives Hologramm, so dass sich das

5 Pfand-Chip auch als Werbeträger eignet. Das Hologramm ist auf der Scheibenfläche angebracht.

Schliesslich sind in Research Disclosure No. 374'031 (1995; Kenneth Mason Publications Ltd.) metallische Münzen mit einem diffraktiven Sicherheitselement beschrieben. Das Sicherheitselement ist beispielsweise ein in einer Vertiefung der 10 Oberfläche aufgeklebtes Folienstück mit einer diffraktiven Beugungsstruktur. Das Sicherheitselement kann auch direkt in die metallische Oberfläche eingraviert sein. Ein solches Produkt aus Feingold ist unter dem Warenzeichen KINEBAR® erhältlich. Als diffraktive Beugungsstrukturen sind z.B. eine Hologrammstruktur, ein in der CH-653'782 beschriebenes Kinoform, oder ein OVD ("optically variable 15 device") gemäss der EP-0'105'099 B1 verwendbar. Die diffraktiven Sicherheitselemente sind ein Zeichen der Echtheit des Produkts und ermöglichen in einer in der EP-0'366'858 A1 beschriebenen Ausgestaltung eine optisch maschinelle Erkennung der Münzen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Münze kostengünstig mit einem 20 schwer fälschbaren und einfach zu überprüfenden Sicherheitsmerkmal zu versehen, ein Verfahren zum Aufbringen einer entsprechenden, mikroskopisch feinen, diffraktiven Reliefstruktur in eine harte Materialoberfläche anzugeben und kompakte, kostengünstige Vorrichtungen zur Prüfung der Echtheit solcher Münzen zu verwirklichen, die sich zur Nachrüstung bestehender Münzprüfer eignen.

25 Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch die Merkmale der Ansprüche 1, 2, 7, 9, 11 und 14.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen: Fig. 1 eine Münze im Querschnitt,  
30 Fig. 2 einen Ausschnitt der Münze in der Draufsicht,  
Fig. 3a, b einen Abschnitt eines Münzkanals mit einem optischen Lesegerät,

5 Fig. 4 das Lesegerät in einer Ausführung mit einem diffraktiven optischen Element,

Fig. 5a, b die mit einer Codierung versehene Münze und die Lage der die Codierung darstellenden Gitter in einer schlitzförmigen Öffnung im Lesegerät,

10 Fig. 6a, b ein weiteres optisches Lesegerät,

Fig. 7a, b die Münzen mit Anordnungen von Feldern mit Reliefstrukturen,

Fig. 8 einen Querschnitt durch eine weitere Ausführung des Lesegeräts,

15 Fig. 9 eine erste Einrichtung zur Herstellung einer mikroskopischen Reliefstruktur und

Fig. 10 eine zweite Einrichtung zur Herstellung der mikroskopischen Reliefstruktur.

Die Fig. 1 zeigt in nicht massstäblicher Zeichnung eine Münze 1 im Querschnitt.

20 Die Münze 1 weist zwei annähernd parallele Oberflächen 2, 3 und eine Randfläche 4 auf. Die Oberflächen 2, 3 sind mit makroskopischen Reliefs 5 versehen, die Erhebungen 6 und Vertiefungen 7 bilden. In dem zu den Oberflächen 2, 3 parallelen Boden von wenigstens einer Vertiefung 7 sind mikroskopische, beugungswirksame Reliefstrukturen 8 eingeförmst. Die makroskopischen Reliefs 5 stellen bildliche Motive dar, die erstens Auskunft über die Herkunft und den Wert der Münze geben und zweitens als visuelles Echtheitsmerkmal dienen. Ihre typischen Strukturabmessungen wie Breite  $d$  und Profilhöhe  $h_p$  liegen im Millimeter- und Zehntelmillimeterbereich. Sie sind so ausgestaltet, dass sie auftreffende Lichtstrahlen 34 teilweise als Strahlenbündel 35 reflektieren und/oder diffus streuen. Das Profil des makroskopischen Reliefs 5 ist in der Zeichnung der Fig. 1 aus darstellerischen Gründen rechteckförmig gezeichnet. In Wirklichkeit ist das Profil des Reliefs 5 durch das bildliche Motiv bestimmt und weist wenigstens abgerundete Kanten auf. Ebenfalls nicht dargestellt ist ein bei vielen Münzsorten vorhandener, aufgestauchter Randwulst zum Schutz des

5 Münzbildes. Die mikroskopischen Reliefstrukturen 8 weisen hingegen wesentlich kleinere Strukturabmessungen auf, deren Parameter Linienabstand und Profilhöhe typisch im Bereich von Mikrometern bzw. Zehntelmikrometern liegen. Sie beugen die auftreffenden Lichtstrahlen 34 in Teilstrahlen 29, 30 mit vorbestimmten Richtungen. Mit Vorteil sind die Reliefstrukturen 8 für eine maschinelle

10 Überprüfung der Echtheit der Münze 1 ausgelegt. Die vertiefte Anordnung schützt die mikroskopischen Reliefstrukturen 8 vor Beschädigungen und gegen Abnutzungerscheinungen. Um zu vermeiden, dass sich beim Gebrauch die Furchen der Reliefstruktur 8 mit Schmutzpartikeln füllen, die die Beugungseigenschaften verändern oder zum Verschwinden bringen könnten, ist die Reliefstruktur 8 mit Vorteil mit einem transparenten Schutzlack 9 auf Kunstharzbasis bedeckt. Mit Vorteil wird ein von Lösungsmitteln freier, z.B. mit ultraviolettem Licht härtbarer Schutzlack verwendet.

Die Fig. 2 zeigt einen Teil der Münze 1 in der Draufsicht auf die Oberfläche 2. Die Oberfläche 2 enthält vertiefte Flächen 10, 11, die in der Zeichnung der Fig. 2 die 20 Umrisse der Buchstaben "C" und "H" darstellen. Die Flächen 10, 11 sind Teil des makroskopischen Reliefs 5. Die Flächen 10, 11 enthalten die mikroskopische Reliefstruktur 8 (Fig. 1) in der Form von Gittern 13. Das Relief 5 stellt zusammen mit der Reliefstruktur 8 ein vorzugsweise visuell überprüfbares Sicherheitsmerkmal dar, da die Gitter 13 unter normalen Beleuchtungsverhältnissen sichtbare beugungsoptische Effekte bewirken. Zudem ist die Reliefstruktur 8 auch maschinenlesbar. Für die maschinelle Überprüfung unter Verwendung infraroter Strahlung genügt an sich eine Linienzahl von 200 - 300 25 Linien pro Millimeter. Falls aber die Reliefstruktur 8 auch gut sichtbare visuelle Beugungseffekte erzeugen soll, wird eine Linienzahl von typisch 800 Linien pro Millimeter bevorzugt. Die Linienzahl kann jedoch irgendwo zwischen 50 und 3000 30 Linien pro Millimeter liegen. Die Münze 1 enthält in einer Ausführung Guillochen 12 von weniger als 0,2 mm Breite mit Reliefstrukturen 8, die bei einer Bewegung der Münze 1 oder beim Rollen auf der Randfläche 4 wechselnde optische Effekte erzeugen, wie sie aus der eingangs erwähnten EP 105 099 B1 bekannt sind.

35 Neben der in der Fig. 1 beispielhaft dargestellten, sägezahnförmigen asymmetrischen Reliefstruktur 8 sind auch symmetrische oder asymmetrische Profilformen bekannter periodischer Funktionen für die Reliefstruktur 8 der Gitter

5 13 verwendbar. Die Verwendung einer asymmetrischen Reliefstruktur 8 wird bevorzugt, da sie den Vorteil bietet, dass die Echtheit der Münze 1 aufgrund der unterschiedlichen Intensitäten der in die plus erste und in die minus erste Beugungsordnung gebeugten Teilstrahlen 29, 30 beurteilbar ist, weil bei den asymmetrischen Profilformen die Intensität des in die plus erste Beugungsordnung 10 gebeugten Teilstrahls 29 grösser als die Intensität des in die minus erste Beugungsordnung gebeugten Teilstrahls 30 ist. Eine Überlagerung mehrerer, z.B. aus der WO 99/38039 bekannter Gitterstrukturen erzeugen auch die Teilstrahlen 29, 30 mit unterschiedlichen Intensitäten.

15 Bevorzugt weist die Münze 1 in der Fig. 2 zudem eine Anzahl N nebeneinander angeordneter Felder 14 mit den weiteren Reliefstrukturen 8 auf, die aus einem Set von M verschiedenen vorbestimmten Gittern 13 ausgewählt sind, so dass bei der maschinellen Überprüfung der Münze 1 mit optischen Lesegeräten, wie sie nachfolgend beschrieben sind, eine ganze Vielzahl von bis zu  $2 \cdot N$  gebeugten 20 Teilstrahlen der ersten Beugungsordnung erzeugt wird. Verschiedene Münzen 1 lassen sich so nach Land und Wert codieren, indem jedem Land und jedem Münzwert in den Feldern 14 eine Kennung in Form einer Kombination von vorbestimmten Gittern 13 zugeordnet wird. Beispielsweise ist die Anzahl N der Felder 14 gleich zwölf, wovon die ersten acht Felder 14 acht Bits darstellen, die 25 als Ländercode dienen, und wovon die letzten vier Felder 14 vier Bits zur Codierung des Wertes darstellen. Bei der maschinellen Prüfung der Echtheit der Münze sind somit auch deren Herkunft und Wert erfassbar.

30 Die bekannten Münzen 1, wie sie von den Nationalbanken vieler Staaten in Umlauf gesetzt sind, sind rund. Münzprüfer, die zur maschinellen Überprüfung der Echtheit von Münzen 1 eingerichtet sind und beispielsweise in Telefonen, Verkaufautomaten, etc. Verwendung finden, weisen in der Regel einen Münzkanal auf, in dem die zu prüfende Münze 1 hinabrollt oder gleitet, wobei sie entlang einer geneigten Bahn optische Lesegeräte und/oder magnetische 35 Sensoren passiert. Bei Münzprüfern, die eine sehr grosse Menge von Münzen 1 in kurzer Zeit überprüfen müssen und die z.B. von Banken verwendet werden, rollen die Münzen 1 nicht entlang eines Münzkanals, sondern werden von einer weiter nicht beschriebenen Transporteinrichtung, im folgenden ebenfalls Münzkanal genannt, transportiert.

5 Falls beide Oberflächen 2, 3 der Münze 1 die gleiche mikroskopische Reliefstruktur 8 enthalten, genügt es, dass der Münzprüfer nur eine der Oberflächen 2, 3 überprüft. Falls die Münze 1 nur auf einer Oberfläche 2 bzw. 3 mit der mikroskopischen Reliefstruktur 8 versehen ist, vereinfacht sich die Herstellung der Münzen 1. Der Münzprüfer muss dann jedoch zur optischen Überprüfung beider 10 Oberflächen 2, 3 eingerichtet sein.

Im folgenden sind nun Beispiele von Münzen 1 und optischen Lesegeräten beschrieben, bei denen die mikroskopischen Reliefstrukturen 8 der Münze 1 und das optische Lesegerät aufeinander abgestimmt sind. Die Reliefstrukturen 8 dienen in jedem Fall wenigstens als maschinell überprüfbares, schwer fälschbares

15 Echtheitsmerkmal. In einer Ausführungform enthalten die Reliefstrukturen 8 weiter eine maschinenlesbare Codierung mit zusätzlichen Informationen, z.B. über Herkunft und Wert der Münze 1, die vom optischen Lesegerät zu erkennen sind. Gemäss eines weiteren Erfindungsgedankens stellen die Münze 1 und das optische Lesegerät ein gemeinsames optisches System dar, da in der Regel die 20 Münzen 1 nur mit dem dafür vorbestimmten Lesegerättyp erkannt werden. Die Reliefstrukturen 8 üben optische Funktionen in dem Sinne aus, dass sich die Münze 1 im Strahlengang des Lesegerätes wie ein diffraktives optisches Element verhält, das den Leselichtstrahl 34 (Fig. 1) entsprechend der in den Reliefstrukturen 8 codierten Information direkt auf einen Satz von vorbestimmten 25 Photodetektoren im Lesegerät abbildet.

Die Fig. 3a und 3b zeigen einen Abschnitt eines Münzkanals 15 eines Münzprüfers. Der Münzkanal 15 ist gegenüber der Vertikalen sowohl in Laufrichtung der Münze 1 (Fig. 3a) als auch in dazu senkrechter Richtung (Fig. 3b) geneigt, so dass die Münze 1 auf einer hinteren Seitenwand 16 des Münzkanals

30 15 aufliegend hinabrollt und/oder gleitet. In eine vordere Seitenwand 17 des Münzkanals 15 ist ein optisches Lesegerät 19 (Fig. 3a) eingepasst, wobei die Seitenwand 17 zugleich als vordere Gehäusewand des Lesegerätes 19 dient.

Das Lesegerät 19 der Fig. 3a ist geeignet zum maschinellen Nachweis der Echtheit von Münzen 1, die auf einer den Mittelpunkt 18 umgebenden Teilfläche 35 20 der Oberfläche 2 bzw. 3 (Fig. 1) die mikroskopischen Reliefstrukturen 8 (Fig. 1) in der Form des einzigen Gitters 13 mit geraden Furchen enthalten. Die Lage der

5 Furchen bezüglich der durch die Laufrichtung der Münze 1 definierten Richtung ist durch einen Winkel  $\alpha$  beschreibbar. Beim Rollen der Münze 1 entlang des Münzkanals 15 ändert sich der Winkel  $\alpha$  kontinuierlich. Der Mittelpunkt 18 der Münze 1 bewegt sich entlang einer Geraden x, während sich die anderen Punkte der Münze 1 entlang von Zykloiden bewegen. Die Berandung der Teilfläche 20 10 kann eine beliebige Form aufweisen. Zudem kann die Teilfläche 20 aus nicht zusammenhängenden Gebieten gebildet sein. Das makroskopische Relief 5 (Fig. 1) der Münze 1 ist nicht dargestellt.

Das Lesegerät 19 umfasst eine Lichtquelle 21, z.B. eine Leuchtdiode oder eine Laserdiode, Photodetektoren 22, ein optisches Element 23, ein Gehäuseteil 24 15 sowie eine elektronische Schaltung 25 zur Steuerung der Lichtquelle 21 und zur Auswertung der von den Photodetektoren 22 gelieferten Signale. In der vorderen Seitenwand 17 ist ein als Maske 26 dienendes Plättchen mit einer ersten Öffnung 27 und weiteren Öffnungen 28 eingelassen. Die Lichtquelle 21 beleuchtet durch die Öffnung 27 hindurch die Teilfläche 20 während des Durchgangs der Münze 1 20 mit annähernd monochromatischem Licht der Wellenlänge  $\lambda$ . Die Öffnung 27 ist vorzugsweise schlitzförmig, so dass der auf die Münze 1 fallende Lichtfleck ein schmaler Streifen ist, dessen Breite etwas grösser als die grösste Dimension der Teilfläche 20 ist und dessen Länge so bestimmt ist, dass die Teilfläche 20 der zu prüfenden Münzen 1 aller gewünschten Sorten beim Durchgang ausgeleuchtet ist. 25 Das in der Teilfläche 20 vorhandene Gitter 13 reflektiert einen Teil des auftreffenden Lichtes als nullte Beugungsordnung zurück. Das übrige Licht wird, der Spatialfrequenz  $f$  des Gitters 13 entsprechend, in den Teilstrahlen 29 (Fig. 3b), 30 (Fig. 3b) unter einem vorbestimmten Winkel  $\theta_1$  (Fig. 3b) in die plus erste und in die minus erste Beugungsordnung reflektiert und eventuell auch unter anderen 30 Winkeln in höhere Beugungsordnungen gebeugt. Die Teilstrahlen 29, 30 passieren zwei Punkte  $P(\alpha)$  und  $R(\alpha)$  auf der Maske 26. Die Lage der Punkte  $P(\alpha)$  und  $R(\alpha)$  für eine einzelne Münze 1 ist durch den Momentanwert des Winkels  $\alpha$  während der Beleuchtung der Teilfläche 20 durch die Lichtquelle 21 gegeben. Die Gesamtheit der für eine einzelne Münzensorte möglichen Punkte  $P(\alpha)$  und  $R(\alpha)$  35 liegt auf einer geschlossenen Bahnkurve. Jede der Öffnungen 28 weist den Verlauf der einer zugeordneten Münzsorte angepassten Bahnkurve auf. Dank der Maske 26 gelangt nur an der Münze 1 gebeugtes Licht auf die Photodetektoren

5 22, während Fremdlicht und Streulicht zum grössten Teil ausgefiltert wird. Der Übersichtlichkeit wegen sind nur die Münze 1 einer einzigen Sorte und nur eine einzige Öffnung 28 gezeichnet. Mittels eines nicht gezeichneten optischen Systems kann der von der Lichtquelle 21 abgegebene Strahl so geführt werden, dass die Öffnung 27 unter Ausnutzung der gesamten Lichtenergie optimal 10 ausgeleuchtet ist.

Das optische Element 23 sorgt dafür, dass wenigstens ein Teil des Lichtes der Teilstrahlen 29, 30 auf die Photodetektoren 22 gelangt. Das optische Element 23 ist in einer Ausführung eine Diffusorscheibe, die beim Durchgang das auftreffende Licht der Teilstrahlen 29; 30 diffus streut. Somit gelangt immer ein Teil des an der 15 Münze 1 gebeugten Lichtes auf den einzigen, entsprechend angeordneten Photodetektor 22. Die elektronische Schaltung 25 gibt ein die Echtheit der Münze 1 anzeigenches Signal ab, falls die vom Photodetektor 22 gemessene Intensität der Teilstrahlen 29; 30 einen vorbestimmten Schwellwert übersteigt. In diesem Fall dient also die mikroskopische Reliefstruktur 8 einzig als Echtheitsmerkmal.

20 In einer Ausführung des Lesegeräts ist den Photodetektoren 22 ein nicht gezeichnetes optisches Filter zur Erhöhung des Signal-Rausch-Abstandes

vorgeschaltet, das nur für Licht der vorbestimmten Wellenlänge  $\lambda$  durchlässig ist. Das Gehäuseteil 24 verhindert, dass von aussen störendes Fremdlicht auf den Photodetektor 22 fällt.

25 Das optische Element 23 kann wie in der Fig. 3b auch eine Linse sein, die die der

Lichtquelle 21 zugewandte Oberfläche 2 (Fig. 3a) der Münze 1 in eine Bildebene

31 abbildet. Die Photodetektoren 22 sind nun so angeordnet, dass die Teilfläche 20 einer ersten Münzsorte auf den ersten Photodetektor 22, die Teilfläche 20 einer zweiten Münzsorte mit einem anderen Münzdurchmesser auf den zweiten Photo-

30 detektor 22, etc. abgebildet wird. Die Information über die Münzsorte ist somit aus

der Nummer des ein positives Echtheitssignal liefernden Photodetektors 22 ableitbar.

Zurück zur Fig. 3a: Die Verwendung von nacheinander oder simultan auf die Münze 1 einfallenden Lichtstrahlen 34 (Fig. 1) mit unterschiedlichen Wellenlängen

35  $\lambda$  erhöht die Zuverlässigkeit der Münzprüfung erheblich. In einer Ausführung der Lichtquelle 21 ist eine Leuchtdiode eingesetzt, die bei entsprechender

5 Ansteuerung Lichtstrahlen 34 einer ersten Wellenläng  $\lambda_1$  oder Lichtstrahlen 34 einer zweiten, unterschiedlichen Wellenlänge  $\lambda_2$  aussendet (sogenannte dual colour LED oder three colour LED). In einer alternativen Ausführung umfasst die Lichtquelle 21 zwei Laserdioden, die Licht der Wellenlängen  $\lambda_1$  bzw.  $\lambda_2$  aussenden. Die Lichtquelle 21 wird so betrieben, dass sie zeitlich nacheinander

10 Licht der Wellenlänge  $\lambda_1$  bzw.  $\lambda_2$  aussendet. Die elektronische Schaltung 25 gibt nur ein Echtheitssignal ab, wenn das Verhältnis der vom entsprechenden Photodetektor 22 gemessenen, den Wellenlängen  $\lambda_1$  bzw.  $\lambda_2$  zugeordneten Intensitäten innerhalb vorbestimmter Toleranzwerte liegt. Da die Richtung des gebeugten Lichtes sehr empfindlich von der Wellenlänge  $\lambda$  abhängt, können durch

15 Kratzer oder Staub verursachte Fehler reduziert werden. Die Münze 1 ist nur dann echt, wenn der Photodetektor 22 Licht beider Wellenlängen  $\lambda_1$  bzw.  $\lambda_2$  feststellt. Zudem ist das Intensitätsverhältnis der Teilstrahlen 29, 30 der Wellenlänge  $\lambda_1$  zu den Teilstrahlen 29, 30 der Wellenlänge  $\lambda_2$  unabhängig von der absoluten

20 Lichtleistung, die die Lichtquelle 21 abgibt. Die Verwendung von zwei verschiedenen Wellenlängen  $\lambda_1$  bzw.  $\lambda_2$  bietet zudem den Vorteil, dass das beugungswirksame Gitter 13 nicht in betrügerischer Absicht durch eine reflektierende Struktur ersetzt werden kann.

Anstelle des Gitters 13 mit geraden Furchen kann auch ein Gitter 13 mit kreisförmigen, zum Mittelpunkt 18 der Münze 1 konzentrischen Furchen verwendet werden. Dies führt zu einer vom Winkel  $\alpha$  unabhängigen, gleichmässigen Beleuchtung der entsprechenden Öffnung 28.

In der hinteren Seitenwand 16 des Münzkanals 15 ist mit Vorteil eine weitere Beugungsstruktur angebracht, die bei der Beleuchtung mit dem Lichtstrahl 34 der Lichtquelle 21 in Abwesenheit der Münze 1 Licht auf die Photodetektoren 22 beugt. Auf diese Weise sind die Lichtleistung der Lichtquelle 21 und die Empfindlichkeit der Photodetektoren 22 jederzeit zu überprüfen. Das Prüfergebnis ist bei der Auswertung der Signale mit Vorteil zu berücksichtigen.

Falls, wie in der Fig. 3b gezeigt, das Gitter 13 der Münze 1 eine lineare asymmetrische Profilform aufweist, sind die Photodetektoren 22 mit Vorteil in einer

5 Ebene 32 ausserhalb der Bildebene 31 angeordnet, wo die Teilstrahlen 29 und 30  
räumlich getrennt sind. Da der Winkel  $\alpha$  der Gitterfurchen statistisch völlig  
unbestimmt ist, liegt der Schnittpunkt der Teilstrahlen 29 und 30 mit der Ebene 32  
irgendwo auf einem Kreisring, dessen Zentrum auf der optischen Achse der Linse  
23 liegt. Anstelle mehrerer diskreter Photodetektoren 22 ist bevorzugt ein in  
10 verschiedene lichtempfindliche Sektoren unterteilter Photodetektor 22 vorgesehen.  
Form und Abmessungen der Sektoren des Photodetektors 22 sind so  
vorbestimmt, dass der Teilstrahl 29 und der Teilstrahl 30 unabhängig vom Winkel  
 $\alpha$  auf verschiedene Sektoren auftreffen. Beim Durchgang der Münze 1 einer  
ersten Münzsorte liefern ein erster Sektor und ein zweiter Sektor ein über dem  
15 Schwellwert liegendes Signal, beim Durchgang der Münze 1 einer zweiten  
Münzsorte liefern ein dritter Sektor und ein vierter Sektor ein über dem  
Schwellwert liegendes Signal. Die elektronische Schaltung 25 ist nun eingerichtet  
zu prüfen, ob zwei verschiedene, einer Münzsorte zugeordnete Sektoren  
gleichzeitig ein über dem Schwellwert liegendes Signal liefern und ob  
20 gegebenenfalls diese Signale ein vorbestimmtes Verhältnis aufweisen. Somit lässt  
sich die Echtheit der Münze 1 aufgrund des durch die asymmetrische Profilform  
der Reliefstrukturen 8 (Fig. 1) bedingten Intensitätsverhältnisses der Teilstrahlen  
29, 30 verifizieren, was die Sicherheit gegenüber Fälschungen weiter erhöht. In  
einer anderen Ausführung des Lesegeräts 19 ist anstelle des in lichtempfindliche  
25 Sektoren unterteilten Photodetektors 22 mit Vorteil ein zweidimensionaler „Charge  
Coupled Device (= CCD-Device)“ eingesetzt, wie sie z.B. aus digitalen  
Photokameras oder Camcordern bekannt sind.

Anstelle eines einzigen Gitters 13 können auf der Münze 1 auch mehrere  
nebeneinander angeordnete oder überlagerte Gitter 13 vorhanden sein, die jeweils  
30 um einen Winkel  $360^\circ/k$  verdreht sind, wobei  $k$  die Zahl der überlagerten Gitter 13  
bezeichnet. Dadurch kann die vom Photodetektor 22 abzudeckende Fläche  
verkleinert werden.

Die Fig. 4 zeigt das Lesegerät 19 in einer Ausführung zum Prüfen von Münzen 1,  
die verschiedene Durchmesser aufweisen. Das Lesegerät enthält anstelle der  
35 Maske 26 (Fig. 3b) und der Linse 23 (Fig. 3b) ein einziges, diffraktives optisches  
Element 33, das die Funktionen der Maske 26 (Fig. 3b) und der Linse 23 (Fig. 3b)  
ausübt. Das Element 33 ist entweder bündig in die vordere Seitenwand 17

5 integriert oder zwischen der vorderen Seitenwand 17 und den Photodetektoren 22 angeordnet. Das diffraktive optische Element 33 ist beispielsweise ein holographisches optisches Element, ein computergeneriertes Hologramm, ein Volumenhologramm, etc. Das Element 33 dient der Umlenkung und Fokussierung der von der Münze 1 ausgehenden Teilstrahlen 29, 30 auf die Photodetektoren 22, 10 wobei die gebeugten Teilstrahlen 29, 30 von Münzen 1 verschiedener Sorten auf verschiedene Photodetektoren 22 fokussiert werden.

Dargestellt sind zwei Münzen 1a und 1b mit verschiedenem Durchmesser. Der von der Lichtquelle 21 ausgehende Lichtstrahl 34 fällt unter einem dem Durchmesser der Münzen 1 entsprechenden Winkel schräg auf die Reliefstruktur 15 8 der Münze 1a oder 1b. Die in die positive und negative Beugungsordnung gebeugten Teilstrahlen 29a bzw. 30a oder 29b bzw. 30b werden vom Element 33 auf den der Münze 1a der ersten Münzsorte zugeordneten Photodetektor 22a bzw. den der Münze 1b der zweiten Münzsorte zugeordneten Photodetektor 22b fokussiert, unabhängig von der durch den Winkel  $\alpha$  definierten momentanen 20 Drehlage der Münze 1a bzw. 1b. Das in die nullte Beugungsordnung gebeugte Strahlenbündel 35 wird vom Element 33 nicht auf die Photodetektoren 22a, 22b umgelenkt.

Das Element 33 hat also die Aufgabe, die von den Münzen 1a und 1b gebeugten 25 Teilstrahlen 29a, 29b, 30a, 30b, die mit vorgegebener Einfallrichtung an vier unterschiedlichen Punkten  $P_a, R_a, P_b, R_b$  auf das Element 33 auftreffen, in eine durch den entsprechenden Punkt  $P_a, R_a, P_b, R_b$  und die räumliche Lage des Photodetektors 22a bzw. 22b bestimmte Ausfallrichtung umzulenken. Diese 30 Aufgabe kann ein Strichgitter erfüllen, dessen Gitterlinienabstand und Orientierung örtlich auf die Wellenlänge  $\lambda$  und den durch die Einfall- und die Ausfallrichtung festgelegten Umlenkinkel bestimmt sind. Die Richtung der Teilstrahlen 29a, 29b, 30a, 30b und die Lage der Punkte  $P_a, R_a, P_b, R_b$  ändern sich mit dem 35 Momentanwert des Winkels  $\alpha$  (Fig. 3a), den die Münze 1a bzw. 1b während der Messung aufweist. Dementsprechend variieren die Gitterparameter entlang den von den Punkten  $P_a, R_a, P_b, R_b$  in der Ebene des diffraktiven optischen Elementes 33 beschriebenen Bahnkurven.

5 Die Anzahl der im Lesegerät 19 vorhandenen Photodetektoren 22 bestimmt die Zahl der verschiedenen unterscheidbaren Reliefstrukturen 8 bzw. Gitter 13 (Fig. 3a) und somit die Zahl der unterscheidbaren Münzsorten.

Falls die Asymmetrie der Profilform des Gitters 13 als Echtheitsmerkmal verifiziert werden soll, ist wiederum jeder Photodetektor 22a, 22b durch zwei

10 Photodetektoren zu ersetzen, und das diffraktive optische Element 33 ist so auszubilden, dass die Teilstrahlen 29a und 30a bzw. 29b und 30b auf verschiedene Photodetektoren fokussiert werden.

Das diffraktive optische Element 33 kann als beliebig geformter Körper, insbesondere als ebene Platte, ausgebildet sein. Dies erlaubt eine kostengünstige

15 Vervielfältigung durch Prägen in thermoplastischen Kunststoff oder Abformen in z.B. UV-härtbaren Kunststoff oder durch Spritzgiessen. In einer Ausführung ist das Element 33 ein ebenfalls leicht vervielfältigbares Volumenhologramm mit dem Vorteil geringer Intensitätsverluste der umgelenkten Teilstrahlen 29, 30, da das Volumenhologramm eine sehr hohe Beugungseffizienz aufweist, die gegen 100 %

20 erreichen kann. Durch eine konstruktive Gestaltung, die eine einfache Auswechslung des Elementes 33 gestattet, ist der Münzprüfer sehr einfach an einen Satz von Münzen eines vorbestimmten Landes oder mehrerer vorbestimmter Länder anzupassen.

Das diffraktive optische Element 33 kann nun so ausgebildet werden, dass auch

25 die Erkennung einer Codierung oder Kennung auf der Münze 1 möglich ist. Bei der in der Fig. 5a dargestellten Münze 1 sind die Felder 14, 14' nicht in der Nähe des Mittelpunktes 18, sondern innerhalb eines Kreisrings entlang des Randes um den Mittelpunkt 18 angeordnet. Die Felder 14, 14' enthalten die mikroskopische Reliefstruktur 8 in der Form der Gitter 13 mit einer vorbestimmten Spatialfrequenz

30 f. Die vom Lesegerät 19 bei einer vorbestimmten Wellenlänge  $\lambda$  erkennbare Information ist in der Abfolge von Profilformen und/oder von azimutalen Orientierungen  $\Omega_1, \Omega_2$  der Gitter 13 in Bezug auf die Radialrichtung am Ort des Feldes 14, 14', den relativen Azimuten  $\Omega_1, \Omega_2$ , enthalten, wie dies in der Zeichnung der Fig. 5a durch Striche in den Feldern 14, 14' dargestellt ist. Die

35 seitlich zum Münzkanal 15 (Fig. 3a) angeordnete Lichtquelle 21 (Fig. 4) sendet durch die schlitzförmige Öffnung 28 hindurch den Lichtstrahl 34 (Fig. 4) und

5 beleuchtet auf der Münze 1 eine Sehne, die höchstens die Breite eines Feldes 14, 14' aufweist oder weniger als 1,5 mm breit ist. Jedes Feld 14, 14' passiert die schlitzförmige Öffnung 28 in einer Höhe H, die vom Momentanwert eines die 10 Drehlage der Münze 1 beschreibenden Rollwinkels  $\beta$  abhängt. In der Fig. 5b ist für ein ausgewähltes Feld 14 schematisch dargestellt, wie sich die Orientierung  $\varphi$  15 eines Gitters 13 hinter der Öffnung 28 in Funktion der Höhe H ändert. Der Winkel  $\varphi$  ist die Summe aus dem Rollwinkel  $\beta$  und dem relativen Azimut  $\Omega$ . Das diffraktive optische Element 33 in der Fig. 5a ist nun so ausgelegt, dass es die am Gitter 13 gebeugten Teilstrahlen 29 (Fig. 4), 30 (Fig. 4) für alle möglichen Höhen H 20 entsprechend der Orientierung  $\varphi(H, \Omega)$  der Gitter 13 wenigstens auf einen diesem Gitter 13 zugeordneten Photodetektor 22 umlenkt. Beim Durchgang durch das diffraktive optische Element 33 (Fig. 4) dreht das Element 33 daher eine von den 25 Teilstrahlen 29; 30 aufgespannte Beugungsebene um eine zu den Lichtstrahlen 34 (Fig. 4) parallele Drehachse, um den Rollwinkel  $\beta$  zu kompensieren. Somit werden die Teilstrahlen 29, 30 des am Feld 14 gebeugten Lichts, bei dem die Orientierung des Gitters 13 den relativen Azimut  $\Omega_1$  hat, auf einen ersten Photodetektor 22, 30 das an einem anderen Feld 14' gebeugte Licht, bei dem die Orientierung des Gitters 13 den relativen Azimut  $\Omega_2$  hat, auf einen zweiten Photodetektor 22 abgebildet. Aus der Analyse des zeitlichen Verlaufs der von den verschiedenen Photodetektoren 22 abgegebenen Signale lässt sich auch die Reihenfolge der 35 relativen Azimute  $\Omega_1, \Omega_2$  der Gitter 13 bestimmen. Aus der Abfolge der den Intensitäten der Teilstrahlen 29, 30 proportionalen, elektrischen Signale aus den Photodetektoren 22 ermittelt die Schaltung 25 (Fig. 3a) die Abfolge der azimutalen Orientierungen  $\Omega_1, \Omega_2$  der Gitter 13 relativ zur radialen Richtung, die eine Codierung über z.B. Herkunft und Wert der Münze 1 darstellt. In einer Ausführung unterscheiden sich die Münzen 1 verschiedener Länder durch die für die Gitter 13 40 eingesetzte Spatialfrequenz f, d.h. die Kennung bezieht sich nur auf den Münzwert. In einer anderen Ausführung des diffraktiven optischen Elements 33 ist das Lesegerät 19 in der Lage, das Gitter 13 mit dem symmetrischen Reliefprofil 8 von den Gittern 13 mit einem asymmetrischen Reliefprofil 8 mit dem gleichen 45 relativen Azimut  $\Omega$  und der gleichen Spatialfrequenz f zu unterscheiden. Die von den Teilstrahlen 29, 30 und dem Lichtstrahl 34 (Fig. 4) aufgespannte Beugungsebene des in der Öffnung 28 beleuchteten Felds 14, 14' weist den 50

5 Azimut  $\Omega$  relativ zur radialen Richtung auf der Münze 1 auf. Das diffraktive optische Element 33 dreht beim Durchgang des gebeugten Lichts so, dass jeder der beiden Teilstrahlen 29, 30 auf einen Photodetektor 22 eines vorbestimmten Paars der Photodetektoren 22 fokussiert wird, d.h. dass das diffraktive optische Element 33 die von der beleuchteten Reliefstruktur 8 reflektierten Teilstrahlen 29;

10 30 aufgespannte Beugungsebene um den Winkel  $\varphi$  (Fig. 5b) im Bereich  $-90^\circ$  bei dem für die Münze 1 maximalen Wert von H bis  $+90^\circ$  bei dem für die Münze 1 minimalen Wert von H in eine von dem vorbestimmten Paar der Photodetektoren 22 und dem Lichtstrahl 34 aufgespannten, dem Azimut  $\Omega$  zugeordnete Detektorebene dreht. Die Teilstrahlen 29, 30 des Feldes 14, 14' mit dem relativen

15 Azimut  $\Omega$  treffen in der Detektorebene auf die lichtempfindlichen Flächen des vorbestimmten Paars der Photodetektoren 22 unabhängig davon, welchen Rollwinkel  $\beta$  die Münze 1 beim Beleuchten des Felds 14, 14' aufweist. Die elektrische Schaltung 25 erkennt die Art des Gitters 13 mit dem relativen Azimut  $\Omega$  aus dem Intensitätsverhältnis der elektrischen Signale des vorbestimmten Paars

20 der Photodetektoren 22. Der Vorteil dieser Ausführung des Elementes 33 ist die Erweiterung des Umfangs der zu unterscheidenden Münzen 1.

Es ist auch möglich, dass die Anordnung der Felder 14, 14' einen Strichcode ergibt, der maschinenlesbar ist, wobei der Strichcode aus der zeitlichen Analyse des vom zugeordneten Photodetektors 22 abgegebenen Signals rekonstruiert wird. Dabei können ein einziges Gitter 13 oder auch mehrere Gitter 13 verwendet sein.

Die Fig. 6a und 6b zeigen das Prinzip eines weiteren Lesegerätes 36, das zur maschinellen Überprüfung von Münzen 1 geeignet ist, bei denen die mikroskopischen Reliefstrukturen 8 nicht um den Mittelpunkt 18 (Fig. 5a), sondern 30 irgendwo auf der Münze 1 angeordnet sind. Beim Rollen der Münze 1 entlang des Münzkanals 15 (Fig. 3) beschreiben diese Reliefstrukturen 8 zykloidische Bahnen. In der Fig. 6a enthält das Lesegerät 36 eine Linse 37, in deren einem Brennpunkt 38 sich die einzige Lichtquelle 21 befindet. Die Linse 37 dient einerseits dazu, die Münze 1 beim Durchgang mit parallel gerichtetem, senkrecht einfallendem Licht 35 zu beleuchten. Der Durchmesser des auf die Münze 1 auftreffenden Lichtstrahles 34 (Fig. 1) ist wenigstens so gross, dass die Reliefstrukturen 8 der zu prüfenden Münzen 1 beleuchtet sind. Das an den als Gitter 13 (Fig. 3b) ausgebildeten Relief-

5 strukturen 8 gebeugte Licht, die Teilstrahlen 29, 30, wird nun andererseits von der Linse 37 entsprechend dem Momentanwert des Winkels  $\alpha$  (Fig. 3a) und dem Gitterlinienabstand auf bestimmte Punkte  $Q_1(\alpha)$  und  $Q_2(\alpha)$  in der Brennebene 31 der Linse 37 abgebildet. Die Gesamtheit der für alle Winkel  $\alpha$  eines Gitters 13 möglichen Punkte  $Q_1(\alpha)$  und  $Q_2(\alpha)$  liegt somit auf einem Kreis 39 (Fig. 6b). Der 10 oder die Photodetektoren 22 befinden sich ebenfalls in der Brennebene 31, die hier gleich der Fourierebene ist. Die Photodetektoren 22 sind, wie in der Fig. 6b gezeigt, als zum Brennpunkt 38 konzentrische Kreisringe 40 ausgebildet. Diese Konstruktion nach der Fig. 6a bietet den Vorteil, dass der Ort des Gitters 13 auf der Münze 1 und der Ort der Münze 1 selbst, z.B. beim Hüpfen der Münze 1 im 15 Münzkanal 15 (Fig. 3a), für die Erkennung der Reliefstrukturen 8 keine Rolle spielt. Beim Rollen der Münze 1 ändert der Winkel  $\alpha$  und damit wandern auch die Punkte  $Q_1(\alpha)$  und  $Q_2(\alpha)$ . Falls die Linse 37 die Münze 1 auf einer gewissen Wegstrecke beleuchtet und falls pro Kreisring 39 (Fig. 6b) bzw. 40 (Fig. 6b) mehr als ein Photodetektor 22 vorhanden ist, kann die Bewegung der Punkte  $Q_1(\alpha)$  und 20  $Q_2(\alpha)$  verfolgt werden. Die Photodetektoren 22 können z.B. als zweidimensionaler CCD-Device mit vielen lichtempfindlichen Zellen ausgebildet sein.

Falls die Münzen 1 codiert sind, indem jede Münze 1 die Anzahl von  $N$  Feldern 14 (Fig. 2) aufweist, wobei sich die Gitter 13 der Felder 14 hinsichtlich ihres Gitterlinienabstandes, d.h. der Spatialfrequenz  $f$ , unterscheiden, dann liegen die 25 Punkte  $Q_1(\alpha)$  und  $Q_2(\alpha)$  für jedes Gitter 13 auf einem anderen Kreisring 39, 40. Aus den elektrischen Signalen der den verschiedenen Kreisringen 39, 40 zugeordneten Photodetektoren 22 erkennt die elektronische Schaltung 25 (Fig. 3a) die Kennung der Münzen 1.

Bei einer anderen Ausgestaltung eines solchen Lesegerätes 36 ist in der 30 Brennebene 31 nur ein eindimensionaler Array von Photodetektoren 22 angeordnet. Die Münze 1 wird auf einer gewissen Wegstrecke beleuchtet, so dass die Bahn des Punktes  $Q_1(\alpha)$  oder  $Q_2(\alpha)$  an einem Punkt der Wegstrecke bestimmt auf den entsprechenden Photodetektor 22 auftrifft.

Die mikroskopisch feinen Reliefstrukturen 8 der Münze 1 sind in einer anderen 35 Ausführung so ausgestaltet, dass die Oberfläche 2 (Fig. 1), 3 (Fig. 1) der Münze 1

5 wie ein diffraktives optisches Element, z.B. wie eine Fresnellinse, wirkt. Das diffraktive optische Element dient dann sowohl als maschinell überprüfbares Echtheitsmerkmal als auch als abbildendes Element, das einen Leselichtstrahl des Lesegerätes auf einen vorbestimmten Photodetektor abbildet. Das diffraktive optische Element kann auf einer einzigen zusammenhängenden Fläche

10 angeordnet oder über mehrere getrennte Felder 14, 14' verteilt sein. Im Fall der Fresnellinse genügt es also durchaus, wenn die Fläche der Fresnellinse nur teilweise mit der Reliefstruktur 8 ausgebildet ist. Somit unterliegt die grafische Gestaltung der Münzoberfläche 2, 3 mit den makroskopischen Reliefs 5 (Fig. 1) keinen Einschränkungen. Mit Vorteil ist jedoch die Gesamtheit der diffraktiven

15 Strukturen des optischen Elementes axialsymmetrisch zum Mittelpunkt 18 (Fig. 5a) der Münze 1 ausgebildet, so dass die Abbildungseigenschaften des optischen Elementes unabhängig von der momentanen Drehlage der Münze 1 sind. Beispielsweise können die solcherart ausgebildeten Reliefstrukturen 8 in einer vorgesehenen Bildebene bezüglich einer senkrecht durch den Mittelpunkt der

20 Münze 1 führenden Achse rotationsinvariante Kreisbänder ausleuchten, wenn sie mit parallelem Licht bestrahlt werden. Zum Lesen solcher Strukturen ist z.B. ein Lesegerät ähnlich dem Lesegerät 36 geeignet, bei dem die Beleuchtung der Münzoberfläche 2, 3 mit parallelem Licht erfolgt.

Die Fig. 7a und 7b zeigen eine andere Ausführung der Münzen 1, bei denen die N

25 Felder 14 einen vorbestimmten Abstand zum Mittelpunkt 18 der Münze 1 aufweisen. Im Beispiel der Fig. 7a haben drei Felder 14 den gleichen Abstand zum Mittelpunkt 18 der Münze 1. Im Beispiel der Fig. 7b ist wenigstens eines der Felder 14' in einem anderen Abstand zum Mittelpunkt 18 der Münze 1 angeordnet. Die Anzahl N der Felder 14, 14' ist nur durch den verfügbaren Platz auf der

30 Oberfläche 2 bzw. 3 (Fig. 1) beschränkt. Das Feld 14, 14' ist mit einer Reliefstruktur 8 (Fig. 1) belegt und umfasst eine Fläche im Bereich von  $0,5 \text{ mm}^2$  bis  $10 \text{ mm}^2$ , wobei die typische Grösse  $1 \text{ mm}^2$  beträgt. Die Furchen der Reliefstruktur 8 sind senkrecht zur radialen Verbindungsline zwischen dem Mittelpunkt 18 der Münze 1 und dem Mittelpunkt des jeweiligen Feldes 14, 14' so ausgerichtet, dass die Gittervektoren 79 in eine radiale Richtung weisen. Die

35 Reliefstrukturen 8 können lineare Gitter 13 (Fig. 2) bilden oder so gekrümmmt sein, dass die Furchen der Gitter 13 im Feld 14, 14' Kreisbögen um den Mittelpunkt 18

5 der Münze 1 bilden. Die Kreisbogen weisen den durch den Abstand des Mittelpunkts des Feldes 14 vom Mittelpunkt 18 der Münze 1 bestimmten Radialabstand R oder die durch den Abstand der einzelnen Furchen vom Mittelpunkt 18 der Münze 1 bestimmten Radien auf. Die übrigen Parameter der Reliefstruktur 8, wie z.B. Spatialfrequenz f, Profilform usw., hängen vom Ort des 10 Feldes 14 auf der Münze 1 und der Konfiguration des Lesers 36 in der Fig. 8 ab.

Mit Vorteil ist die folgende Randbedingung erfüllt: Die mittels der senkrecht über dem Mittelpunkt 18 der Münze 1 angeordneten, punktförmigen Lichtquelle 21 (Fig. 6a) beleuchteten Reliefstrukturen 8 beugen das Licht so, dass einer der beiden Teilstrahlen 29, 30 in einem vorbestimmten Abstand zur Oberfläche 2 bzw. 3 (Fig.

15 1) eine Senkrechte durch den Mittelpunkt 18 der Münze 1 schneidet. Alle Gitter 13, die die Senkrechte im gleichen Abstand schneiden bilden eine Gruppe. Eine Anzahl M Gruppen ermöglichen eine Kennzeichnung der Münzen 1 mit den 20 Reliefstrukturen 8, die diese Randbedingung erfüllen. Die Kennzeichnung lässt sich rotationsinvariant prüfen, d.h. die Kodierung ist vom momentanen Wert des Rollwinkels  $\beta$  (Fig. 5a), der die Drehlage der im Münzkanal 15 (Fig. 3) rollenden Münze 1 beschreibt, ohne weiteres Hilfsmittel unabhängig auslesbar.

Die Fig. 8 zeigt eine Ausführung des Lesegeräts 36 für die Münzen 1 (Fig. 7a, Fig. 7b), die sich für eine rotationsinvariante Prüfung eignet. Das Lesegerät 36 weist eine optische Achse 80 auf, die senkrecht auf die hintere Seitenwand 16 des 25 Münzkanals 15 so ausgerichtet ist, dass im Moment der Prüfung die optische Achse 80 senkrecht durch den Mittelpunkt 18 der im Münzkanal 15 rollenden Münze 1 geht. Ausser der elektronischen Schaltung 25 weist das Lesegerät 36 auf der optischen Achse 80 wenigstens eine punktförmige Lichtquelle 21 in einem Abstand  $h_Q$  und wenigstens einen Photodetektor 22 in einem zweiten Abstand  $h_D$  30 vom Mittelpunkt 18 der Münze 1 auf. Die Orte der Lichtquelle 21 und des Photodetektors 22 auf der optischen Achse 80 sind an sich vertauschbar, bestimmen jedoch die Parameter der Reliefstrukturen 8 auf den Münzen 1. Die 35 Lichtquelle 21 und die Photodetektoren 22 sind über Leitungen 82 mit der elektronischen Steuerung 25 verbunden. Eine praktische Ausführung der punktförmigen Lichtquelle 21 strahlt Licht in einem auf die optische Achse 80 ausgerichteten, durch einen gedachten Kreiskegel K begrenzten Raumwinkel derart aus, dass die ganze, der Lichtquelle 21 zugewandte Oberfläche 2 der

5 Münze 1 beleuchtet ist. In speziellen Fällen sind hier nicht gezeigte, zur optischen Achse 80 rotationssymmetrische Blenden zwischen der Lichtquelle 21 und der Oberfläche 2 und/oder zur radialen Begrenzung der Teilstrahlen 29, 84 zwischen der Oberfläche 2 der Münze 1 und den Photodetektoren 22 angeordnet, um das Streulicht zu reduzieren. Das Gehäuseteil 24 hält Fremdlicht fern.

10 Der Abstand  $h_D$  ist durch den Schnittpunkt des an den Feldern 14, 14' gebeugten Lichts, der Teilstrahlen 29, mit der optischen Achse 80 bestimmt. Die Abstände  $h_Q$  und  $h_D$  und der Radialabstand  $R$  des Feldes 14 bzw. 14' bestimmen den Einfallswinkel  $\Delta$  und den Beugungswinkel  $\delta$ , wobei  $\Delta$  der Winkel des aus der punktförmigen Lichtquelle 21 auf das Feld 14, 14' einfallenden Lichtstrahls und  $\delta$  15 der Winkel des an den Reliefstrukturen 8 (Fig. 1) des Feldes 14, 14' gebeugten Lichts, der Teilstrahlen 29 bzw. 84, ist. Beide Winkel  $\Delta$  und  $\delta$  werden zur Senkrechten auf das jeweilige Feld 14, 14' gemessen. Die Gittergleichung  $\sin(\delta) = \sin(\Delta) + k * \lambda * f$  dient zur Berechnung der Spatialfrequenz  $f$ . Für eine vorbestimmte Anordnung der Lichtquelle 21 und der Photodetektoren 22 ist die 20 Spatialfrequenz  $f$  nur von der Wellenlänge  $\lambda$  der Lichtquelle 21, dem Radialabstand  $R$  und der Beugungsordnung  $k$  abhängig. Die  $N$  Felder 14, 14' mit den die Bedingungen dieses Abschnitts erfüllenden Reliefstrukturen 8 sind z.B. in einem Band 83 (Fig. 2) angeordnet, beispielsweise parallel zum Rand der Münze 1 im Schutz des Randwulstes und/oder in den Vertiefungen 7 (Fig. 1) im Muster 25 des makroskopischen Reliefs 5 (Fig. 1) usw. Die Felder 14, 14' sind in einer anderen Ausführung über das bildliche Motiv der Münze 1 unauffällig verteilt. Die Felder 14, 14' sind durch einfache geometrische Formen oder Zeichen wie die Flächen 10 (Fig. 2), 11 (Fig. 2) begrenzt. Die  $N$  Felder 14, 14' werden unabhängig 30 von der Verteilung auf einer der Oberflächen 2, 3 (Fig. 1) vom Lesegerät 36 gleichzeitig ausgelesen. Das Lesegerät 36 erzeugt aus dem Muster des gebeugten Lichts mittels der Photodetektoren 22 und der elektronischen Schaltung 25 ein für die Münze 1 charakteristisches Signal.

35 Da sich die beiden Winkel  $\Delta$  und  $\delta$  innerhalb eines Feldes 14, 14' mit dem radialen Abstand  $R$  ändern, erhöht sich die Spatialfrequenz  $f$  mit Vorteil innerhalb eines Feldes 14, 14' entsprechend der Zunahme des radialen Abstands  $R$  der Furchen der Reliefstruktur 8. Die Parameter der Reliefstrukturen 8 sind so gewählt, dass

5 das gebeugte Licht mit der Wellenlänge  $\lambda$  im Abstand  $h_D$  die optische Achse 80 schneidet. Die Intensität des auf den im Abstand  $h_D$  angeordneten Photodetektor 22 einfallenden Lichts ist proportional zum Flächeninhalt eines oder mehrerer Felder 14, 14', die das Licht in den gleichen Photodetektor 22 beugen. Die Münzen 1 zeichnen sich durch eine Codierung mit N Feldern 14, 14' mit den 10 Reliefstrukturen 8 aus, die vorbestimmt auf die Reliefstrukturen 8 einfallendes Licht derart beugen, dass das gebeugte Licht in einem der vorbestimmten Abstände  $h_D$  über dem Mittelpunkt 18 der Münze 1 die optische Achse 80 schneidet.

Die Photodetektoren 22 sind auf der optischen Achse 80 so angeordnet, dass sich 15 die Teilstrahlen 29 bzw. 84 auf die lichtempfindliche Fläche des im vorbestimmten Abstand  $h_D$  angeordneten Photodetektors 22 konzentrieren und dort in ein elektrisches Signal proportional zur Intensität der Teilstrahlen 29, 84 umgewandelt werden. Die elektrischen Signale werden an die elektronische Steuerung 25 abgegeben, wobei die Steuerung 25 so eingerichtet ist, dass sie aus den an die 20 Lichtquelle 21 gerichteten Kommandos betreffend der Wellenlänge  $\lambda$  und der Intensität des emittierten Lichts und aus den als Antwort von den Photodetektoren 22 eintreffenden elektrischen Signalen eine Münze 1 aus einem vorbestimmen Satz von Münzen 1 erkennen kann.

Bei einer verbesserten Ausführung des Lesegeräts 36 ist die punktförmige 25 Lichtquelle 21 in der Lage Licht zu emittieren, dessen Wellenlänge während des Prüfvorgangs zwischen vorbestimmten Werten  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  usw. umgeschaltet wird. Die Lichtquelle 21 kann beispielsweise eine Leucht- oder Laserdiode sein, die entsprechend ihrer Ansteuerung ein einfarbiges Licht mit der einen oder anderen Wellenlänge  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  usw. aussendet. In bestimmten Abständen  $h_D$ ,  $h_{D1}$ ,  $h_{D2}$  usw. ist 30 je ein Photodetektor 22 auf der optischen Achse 80 angeordnet. Für jede der Wellenlängen  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  usw. ist eine Gruppe von Reliefstrukturen 8 (Fig. 1) so vorgesehen, dass jede Reliefstruktur 8 das gebeugte Licht auf den ihr zugeordneten Photodetektor 22 lenkt. Bestimmte Reliefstrukturen 8 beugen Licht der Wellenlänge  $\lambda_1$  zum ersten Photodetektor 22 und Licht der Wellenlänge  $\lambda_2$  zum zweiten Photodetektor 22. Während die Lichtquelle 21 Licht mit der 35 Wellenlänge  $\lambda_1$  aussendet, empfängt beispielsweise der erste Photodetektor 22 im

5 Abstand  $h_{D1}$  das an der bestimmten Reliefstruktur 8 in einem der Felder 14 gebeugte Licht mit den Teilstrahlen 29, sobald die optische Achse 80 in die unmittelbare Nähe des Mittelpunkts 18 der echten Münze 1 kommt. Wechselt die Lichtquelle 21 zur zweiten Wellenlänge  $\lambda_2$ , werfen die bestimmten Reliefstrukturen 8 das gebeugte Licht, die Teilstrahlen 84, auf den im Abstand  $h_{D2}$  auf der 10 optischen Achse 80 angeordneten zweiten Photodetektor 22. Das mit wenigstens zwei verschiedenen Wellenlänge  $\lambda_1, \lambda_2$  usw. arbeitende Lesegerät 36 ermöglicht bei den Münzen 1, die ein Feld 14 bzw. 14' mit der bestimmten Reliefstruktur 8 aufweisen, ein sicheres Unterscheiden von an zufällig richtig geneigten Flächen des makroskopischen Reliefs 5 (Fig. 1) in die Photodetektoren 22 reflektierten 15 Lichtstrahlen und dem gebeugten Licht 29, 84, sowie ein Überprüfen der Photodetektoren 22. Ein Feld 14 bzw. 14' mit der bestimmten Reliefstruktur 8 bildet daher ein Echtheitsmerkmal der Münze 1. Das Umschalten von einer Wellenlänge zur andern durch die elektronische Steuerung 25 erfolgt insbesondere bei der Verwendung von Leucht- oder Laserdioden ausserordentlich 20 schnell, so dass die im Münzkanal 15 rollende Münze 1 am Ort der optischen Achse 80 als ruhend angenommen werden kann, obwohl nur in der Zeitspanne, in der die optische Achse 80 die Münze 1 im Mittelpunkt 18 durchstösst, die Bedingungen für das Auslesen der Codierung bzw. des Echtheitsmerkmals erfüllt sind.

25 Die Münzen 1 sind entsprechend dem Münzwert und/oder der ausgebenden Stelle codiert, wobei Anzahl N der Felder 14, 14', der Umfang m des Sets der Reliefstrukturen 8, die Anzahl M der Photodetektoren 22, die Zahl der von den Photodetektoren 22 feststellbaren Intensitätsstufen und die Anzahl der 30 verfügbaren Wellenlängen  $\lambda_{1,2}$  den Umfang der unterscheidbaren Münzen 1 festlegen. Ein Nullelement bildet ein Feld 14 bzw. 14' ohne eine der Reliefstrukturen 8.

Nachfolgend ist eine einfache Codierung beschrieben. Bei der Beleuchtung der Münze 1 durch die punktförmige Lichtquelle 21 mit Licht der Wellenlänge  $\lambda$  reflektiert eine erste Gruppe der Felder 14 das gebeugte Licht, die Teilstrahlen 29, 35 auf den Photodetektor 22 im Abstand  $h_{D1}$ , während gleichzeitig eine andere Gruppe der Felder 14 das gebeugte Licht, die Teilstrahlen 84, auf den Photodetektor 22 im Abstand  $h_{D2}$  reflektiert. Mit dieser Anordnung lassen sich  $2^M -$

5 1 Münzsorten, d.h. für  $M = 2$  drei Münzsorten mit den gleichen Abmessungen  
voneinander unterscheiden, wobei die erste Münzsorte ein Signal nur im  
Photodetektor 22 im Abstand  $h_{D1}$ , die zweite Münzsorte ein Signal nur im  
Photodetektor 22 im Abstand  $h_{D2}$  und die dritte Münzsorte simultan das Signal in  
beiden Photodetektoren 22 erzeugt. Eine Münze 1, die kein gebeugtes Licht 29,  
10 84 in einen der beiden Photodetektoren 22 reflektieren kann und daher kein Signal  
in wenigstens einem der beiden Photodetektoren 22 zu erzeugen vermag, wird  
zurückgewiesen. Das am Beispiel von zwei Photodetektoren 22 und zwei  
Reliefstrukturen 8 mit wenigstens zwei Feldern 14, 14' gezeigte Prinzip einer  
einfachen Codierung der Münzen 1 lässt sich erweitern auf eine beliebige Anzahl  
15 von Münzsorten, die nur durch den vertretbaren Aufwand bei der Herstellung der  
Münzen 1 und den Aufwand für das Lesegerät 36 begrenzt ist.

Da jede Münze 1 ihrem Wert entsprechend einen bestimmten Durchmesser  
aufweist, kann das oben beschriebene Lesegerät 36 nur diejenigen Münzen 1  
erkennen, deren Radius gleich dem Abstand  $a$  der optischen Achse 80 von der  
20 Rollfläche 81 des Münzkanals 15 ist. Um einen ganzen Satz Münzen 1 zu  
erkennen, ist daher für jeden Münzdurchmesser ein Lesegerät 36 vorzusehen. Die  
optischen Achsen 80 der Lesegeräte 36 sind parallel und weisen die Abstände  $a$   
von der Rollfläche 81 des Münzkanals 15 auf, die gleich den Radien der Münze 1  
der betreffenden Denominationen sind. Die Einfachheit des Aufbaus der  
25 Lesegeräte 36 ermöglicht den Zusammenbau einer Prüfeinrichtung mit der  
entsprechenden Anzahl Lesegeräte 36 auf kleinstem Platz zu einem günstigen  
Preis.

Der Vollständigkeit halber ist eine Variante des Aufbaus der Lichtquelle 21  
erwähnt, die für jede Wellenlänge  $\lambda_1, \lambda_2$  usw. eine Leucht- oder Laserdiode  
30 aufweist, wobei die Lichtstrahlen jeder Leucht- oder Laserdiode mit optischen  
Mitteln in die optische Achse 80 eingekoppelt werden und die Farbe des von der  
Lichtquelle 21 ausgesandten Lichts durch Einschalten einer oder mehrerer  
Leuchtdioden gesteuert wird. In einer anderen Ausführung des Lesegeräts 36 sind  
anstelle einer einzigen Lichtquelle 21 mit umsteuerbarer Wellenlänge  $\lambda$  des  
35 emittierten Lichts, mehrere Lichtquellen 21 mit verschiedenen Wellenlängen  $\lambda_1, \lambda_2$   
usw. des emittierten Lichts zusammen mit den Photodetektoren 22 auf derselben  
optischen Achse 80 angeordnet. In einer weiteren Ausführung des Lesegeräts 36

5 sind mehrere optische Achsen 80 mit einer Lichtquelle 21 und den zugehörigen Photodetektoren 22 parallel angeordnet und weisen den gleichen Abstand a zur Rollfläche 81 auf. Die Lichtquelle 21 und die zugehörigen Photodetektoren 22 nehmen nur wenig Raum ein, so dass die optischen Achsen 80 wenige Millimeter, z.B. weniger als 5 mm, längs des Münzkanals 15 beabstandet sind. Das

10 Lesegerät 36 ist vom Platzbedarf her leicht in einen herkömmlichen Münzprüfer mit induktiven Sensoren einzubauen.

Eine weitere Möglichkeit, die Zuverlässigkeit der Münzprüfung weiter zu erhöhen besteht darin, auf der Münze 1 ein Feld 14 mit einem Gitter 13 vorzusehen, welches als Referenzgitter dient. Im Lesegerät 19 bzw. 36 ist diesem

15 Referenzgitter ein Photodetektor 22 zugeordnet und die Intensität des auf diesen Photodetektor 22 fallenden, am Referenzgitter gebeugten Lichtes dient als Referenzintensität, z.B. zur Bestimmung des weiter oben genannten Schwellwertes.

Weiter ist es möglich, die Zahl der Codierungsmöglichkeiten bei einer

20 vorgegebenen Anzahl von Photodetektoren 22 zu erhöhen, wobei mehrere Felder 14, 14' ihre Teilstrahlen 29, 84 auf den gleichen Photodetektor 22 werfen. Die Intensitäten des gebeugten Lichts erkennt die elektronische Schaltung 25 aus der Höhe der elektrischen Signale der Photodetektoren 22. Jeder unterscheidbare Pegel entspricht einem anderen Codierungswert.

25 Um Betrugsversuche weiter zu erschweren, ist es vorteilhaft, die hier beschriebenen beugungsoptischen Münzprüfungen untereinander zu kombinieren, wobei sie zusätzlich durch an sich bekannte optische (siehe z.B. das europäische Patent EP-0 694 888 B1), magnetische (siehe z.B. die europäische Patentanmeldung EP-0 704 825 A1) oder andere Prüfverfahren, die Aufschluss 30 über die Geometrie und die Materialeigenschaften der Münze 1 geben, ergänzt werden können.

Zur Herstellung der mikroskopischen Reliefstrukturen 8 (Fig. 1) sind verschiedene Verfahren möglich. Bekannt ist das Prägeverfahren für relativ weichmetallische Oberflächen wie z.B. Gold. Im folgenden sind Verfahren mit Lasern beschrieben,

35 die auch für härtere Metalloberflächen 2, 3 geeignet sind. Bei einem weiteren

5 Verfahren werden die mikroskopischen Reliefstrukturen 8 in die Materialoberfläche 2, 3 eingeätzt.

Die Fig. 9 zeigt eine erste Einrichtung zur Herstellung der mikroskopischen Reliefstruktur 8 (Fig. 1) auf der Münze 1 oder einer anderen vergleichsweise harten Materialoberfläche 2 (Fig. 1), 3 (Fig. 1), z.B. eines Prägestempels oder 10 eines andern metallischen Gegenstands. Die Einrichtung weist einen Laser 41, eine Maske 42, einen teildurchlässigen Spiegel 43, eine Abbildungsoptik 44, eine Haltevorrichtung 45, eine Justiervorrichtung 46 und ein Gerät zur Strahldiagnostik 47 auf. Die mit der Reliefstruktur 8 zu versehende Münze 1 wird von der Haltevorrichtung 45 gehalten. Die genaue Lage der Münze 1 wird mittels der 15 Justiervorrichtung 46 erfasst und insbesondere die z-Lage auf einen vorbestimmten Wert geregelt. Die Maske 42 wird vom Laser 41 beleuchtet. Mittels der Abbildungsoptik 44 wird die Maske 42 verkleinert auf die Münze 1 abgebildet. Eine typische Verkleinerung beträgt 15:1. Dank der 15-fachen Verkleinerung ist die auf die Maske 42 fallende Lichtleistung um den Faktor 225 kleiner als die auf 20 die Münze 1 fallende Lichtleistung, wodurch es möglich wird, lokal auf der Münze 1 Material abzutragen, ohne dass Material von der Maske 42 abgetragen wird. Die Intensitätsverteilung des vom Laser 41 emittierten Strahles in einer zur Maske 42 parallelen yz-Ebene sei vor der Maske 42  $I_0(y, z)$  und die Transmissionsfunktion der Maske 42 sei  $t(y, z)$ . Die Intensitätsverteilung nach der Maske 42 ist dann 25  $I(y, z) = t(y, z) * I_0(y, z)$ . Die Profilform der Reliefstruktur 8 hängt neben der Form der auf die Münze 1 auftreffenden Intensitätsverteilung  $I(x, y)$  auch von weiteren Faktoren wie Absorptionskoeffizient, thermische Leitfähigkeit, thermische Diffusionsfähigkeit, Schmelztemperatur und ev. Bandlücke des für die Oberfläche 30 der Münze 1 gewählten Materials ab. Die Profilform hängt somit insbesondere davon ab, ob nur eine einzige oder ob mehrere Belichtungen in einem angepassten Zeitabstand erfolgen. Da eine hohe Lichtleistung erforderlich ist, um metallisches Material abtragen zu können, ist der Laser 41 mit Vorteil ein gepulster Excimer- oder ein Festkörperlaser.

Eine zweite Einrichtung zur Herstellung der mikroskopischen Reliefstruktur 8 auf 35 der Münze 1 ist in der Fig. 10 gezeigt. Die Einrichtung weist den Laser 41, einen Strahlteiler 48, einen Spiegel 49, fokussierende optische Systeme 50, 51, die Haltevorrichtung 45 und die Justiervorrichtung 46 auf. Mittels des Strahlteilers 48

5 und des Spiegels 49 werden zwei Strahlen 52, 53 erzeugt, welche unter verschiedenen Winkeln schräg auf die Oberfläche der Münze 1 auftreffen. Ordnet man dem ersten Strahl 52 den Wellenvektor  $k_1$  und die Amplitude  $I_1$ , dem zweiten Strahl 53 den Wellenvektor  $k_2$  und die Amplitude  $I_2$  zu, und ist am Ort  $r$  auf der Münze 1 die Phase des ersten Strahles 52  $\phi_1$  und die Phase des zweiten Strahles 10 53  $\phi_2$ , dann beträgt die Intensität  $I(r) = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cdot \cos\Delta\phi$  mit  $\Delta\phi = (k_1 - k_2) \cdot r + \phi_1 - \phi_2$ . Diese Methode ist als Zwei-Strahl-Interferenz Methode bekannt. Zur Realisierung komplexerer Reliefstrukturen 8 (Fig. 1) in der Metallocberfläche der Münze 1, wird die Münze 1 mehrmals mit einem Laserpuls belichtet, wobei die Orientierung der Münze 1 wie auch die Richtung der Wellenvektoren  $k_1$  und  $k_2$  durch räumliches Verstellen der Komponenten 48, 49, 50, 51 15 variiert werden. Eine beliebige Profilform, z.B. ein Sägezahn, kann realisiert werden, indem die Richtung der Wellenvektoren  $k_1$  und  $k_2$  für eine Anzahl  $n$  aufeinanderfolgender Belichtungsimpulse so eingestellt sind, dass sich die jeweiligen Interferenzterme  $I_n(r)$  wie die Koeffizienten der entsprechenden 20 Fourierreihe verhalten. Bei der Belichtung mit extrem kurzen Lichtpulsen ist die Geometrie der Strahlen 52, 53 bestimmende Lage des Strahleiters 48 und des Spiegels 49 sorgfältig aufeinander abzustimmen, damit die Wegdifferenz der beiden Strahlen 52, 53 kleiner als die Kohärenzlänge des vom Laser 41 emittierten Lichtes ist.

25 Es ist möglich, die in den Figuren 9 und 10 gezeigten Einrichtungen zu kombinieren. Die Maske 42 kann ein räumlicher Lichtmodulator (SLM oder spatial light modulator) mit einzeln adressierbaren Pixeln sein, so dass die auf der Münze 1 zu erzeugende mikroskopische Reliefstruktur 8 auf einfache Weise computer-gesteuert variiert werden kann. Jedes Pixel ist entsprechend der Ansteuerung 30 wenigstens teilweise durchsichtig oder annähernd undurchsichtig. Auf diese Weise kann z.B. ein Gitter mit einer hohen Linienzahl und wohldefinierter Umrandung erzeugt werden. Mittels dieser Einrichtung kann jede Münze 1 mit einer individuellen Reliefstruktur 8 versehen werden, die beispielsweise in codierter Form eine fortlaufende Nummer enthalten kann. Die hohe Leistung des Lasers 41 35 ermöglicht einen hohen Durchsatz an Münzen 1 zu einem kostengünstigen Preis.

5 Die zwei beschriebenen Laserverfahren lassen sich auch anwenden, um beugungsoptische Reliefstrukturen 8 als Echtheitszeugnis auf andere Materialoberflächen als die von Münzen aufzubringen. Besonders erwähnt seien Uhren, Schmuck, Ersatzteile oder Komponenten mit Metallocberflächen, insbesondere aus Gold, Messing, Stahl, Titan, Aluminium, Kupfer-Nickel-

10 Legierungen, usw., oder mit Keramikoberflächen. Eine besondere Anwendung findet diese Technik bei Halbleiterchips mit integrierten Schaltungen, wobei nach einem erfolgreichen Abschluss der Funktionsprüfung das Echtheitszeugnis mit beugungsoptischen Reliefstrukturen 8 in der Materialoberfläche, z.B. in der Rückseite des Halbleiterchips, durch eines der oben beschriebenen Verfahren des

15 Materialabtrags erzeugt wird.

Bei einem Ätzverfahren wird der mit mikroskopischen Reliefstrukturen 8 zu versehende Gegenstand, z.B. die Münze 1 beispielsweise in einem Tauchbad mit einer dünnen lichtempfindlichen Kunststoffschicht überzogen. Die Dicke dieser Kunststoffschicht liegt im Bereich von einigen Hundert bis zu einigen Tausend

20 Nanometern. Anschliessend erfolgt eine Belichtung und Entwicklung der Kunststoffschicht, so dass mikroskopisch feine Stellen der Münzoberfläche frei von Kunststoff werden. In einem Ätzbad werden dann mikroskopische Reliefstrukturen 8 in die Münzoberfläche eingeätzt. Zum Schluss wird der restliche Kunststoff wieder entfernt.

25 Diese Verfahren eignen sich auch dazu, in eine bereits mit der Negativform des makroskopischen Reliefs 5 (Fig. 1) versehene Prägematrize die Negativform der mikroskopischen Reliefstrukturen 8 einzubringen und so die Reliefs direkt in die Materialoberfläche eines Rohlings einzuprägen. In einer anderen Ausführung der Figur 1 finden anstelle der direkt ins Metall eingebrachten Reliefstrukturen 8 die in

30 Kunststoff abgeformten Reliefstrukturen 8 Verwendung. Beispielsweise sind passende Abschnitte aus einem Laminat von Kunststoffschichten, die die mit einer Reflexionsschicht überzogenen Reliefstrukturen 8 einschliessen, auf dem Boden der Vertiefungen 7 eingeklebt. Eine dazu verwendbare Folie ist in der EP- 401'466 beschrieben.

35 In einem optionalen letzten Verfahrensschritt wird auf die Reliefstrukturen 8 der Münzen 1 der Schutzlack 9 (Fig. 1) aufgetragen. Beim Prägestempel, der mit dem

- 5 nach den oben beschriebenen Verfahren erzeugten Negativ der in die Oberfläche 2 bzw. 3 des zu prägenden Materials einzubringenden Strukturen versehen ist, erfolgt als letzter Verfahrensschritt eine Härtung des Prägestempels durch ein an sich bekanntes Verfahren, wie z.B. eine Nitrierung usw.

## PATENTANSPRÜCHE

10

1. Münze (1) mit einer metallischen mit makroskopischen Reliefs (5) zur Darstellung von Motiven, die zur Angabe des Münzwertes und als Erkennungsmerkmal dienen strukturierten Oberfläche (2; 3), und mit auf einem Kreisring um den Mittelpunkt (18) der Münze angeordneten Feldern (14; 14') der Oberfläche (2; 3), die mikroskopisch feine, beugungswirksame Reliefstrukturen (8) aufweisen und die eine optisch maschinell auslesbare Kennung bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reliefstrukturen (8) in den Feldern (14; 14') Gitter (13) sind, die dieselbe Spatialfrequenz  $f$  aufweisen, dass sich die Reliefstrukturen (8) durch ihren Azimut ( $\Omega$ ) relativ zur radialen Richtung und/oder durch ein 15 symmetrisches bzw. asymmetrisches Reliefprofil unterscheiden.
2. Münze (1) mit einer metallischen mit makroskopischen Reliefs (5) zur Darstellung von Motiven, die zur Angabe des Münzwertes und als Erkennungsmerkmal dienen strukturierten Oberfläche (2; 3), und mit Feldern (10; 11; 12; 14; 14'; 20) der Oberfläche (2; 3), von denen wenigstens eines eine 20 mikroskopisch feine, beugungswirksame Reliefstruktur (8) aufweist und die eine optisch maschinell auslesbare Kennung bilden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reliefstrukturen (8) der Kennung aus  $M$  Gruppen von Gittern (13) ausgewählt sind, dass die Gittervektoren (79) aller Gitter (13) der  $M$  Gruppen radial 25 ausgerichtet sind, dass in jeder der  $M$  Gruppen die Spatialfrequenz  $f$  der Reliefstruktur (8) abhängig vom Radialabstand ( $R$ ) des Felds (10; 11; 12; 14; 14'; 20) vom Mittelpunkt (18) der Münze (1) so gewählt ist, dass bei einer Beleuchtung 30 der Reliefstruktur (8) mittels einer senkrecht über dem Mittelpunkt (18) angeordneten, punktförmigen Lichtquelle (21) mit der Wellenlänge ( $\lambda$ ) einer der beiden Teilstrahlen (29; 30; 84) des gebeugten Lichts in einem für diese Gruppe 35 vorbestimmten Abstand ( $h_D$ ), den Mittelpunkt (18) überquert.

5 3. Münze (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass die mikroskopischen Reliefstrukturen (8) auf dem Boden von in die Oberfläche (2; 3) eingelassenen Vertiefungen (7) der Münze (1) angeordnet sind.**

10 4. Münze (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass in den Vertiefungen (7) ein passender Abschnitt eines die Reliefstrukturen (8) enthaltenden Kunststofflaminats angeordnet ist.**

5. Münze (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass in den Feldern (10; 11; 12; 14; 14'; 20) die mikroskopischen Reliefstrukturen (8) direkt in die Oberfläche (2; 3) eingeformt sind.**

15 6. Münze (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass die mikroskopischen Reliefstrukturen (8) mit einem ihre Furchen verfüllenden, transparenten Schutzlack (9) überdeckt sind.**

20 7. Münzprüfer mit einem Lesegerät (19; 36), das Lichtquellen (21), Photodetektoren (22) und eine mit den Lichtquellen (21) und den Photodetektoren (22) verbundene elektronische Schaltung (25) enthält und zur maschinellen Überprüfung der Kennung mit Reliefstrukturen (8) einer in einem Münzkanal (15) auf einer Rollfläche (81) rollenden oder gleitenden Münze (1) nach Anspruch 1 eingerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass eine Lichtquelle (21) zur Beleuchtung einer Oberfläche (2; 3) der Münze (1) mit annähernd monochromatischem Licht seitlich zum Münzkanal (15) angeordnet ist, dass eine senkrecht zur Rollebene (81) stehende, maximal 1.5 mm breite Sehne der Münze (1) mit den senkrecht einfallenden Lichtstrahlen (34) beleuchtet ist, dass jedem für die Kennung der Münzen (1) zulässigen relativen Azimut ( $\Omega$ ) der Gitter (13) wenigstens ein Photodetektor (22) zugeordnet ist, dass ein diffraktives optisches Element (33) zum Ablenken von Teilstrahlen (29; 30) des gebeugten Lichts eines im Bereich der Sehne auf der Höhe (H) beleuchteten Felds (14, 14') zwischen dem Münzkanal (15) und den Photodetektoren (22) angeordnet ist und dass das diffraktive optische Element (33) zum Drehen der von den Teilstrahlen (29; 30) aufgespannten Beugungsebene um einen von der Höhe (H) abhängigen Rollwinkel ( $\beta$ ) mit einer zu den Lichtstrahlen (34) parallelen Drehachse beim Durchgang durch das diffraktive optische Element (33) derart eingerichtet ist, dass**

5 die Teilstrahlen (29; 30) nach dem Durchgang auf wenigstens einen dem Azimut ( $\Omega$ ) zugeordneten Photodetektor (22) ausgerichtet sind.

8. Münzprüfer nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem zulässigen relativen Azimut ( $\Omega$ ) ein Paar der Photodetektoren (22) zugeordnet sind, dass nach dem Drehen der Beugungsebene zum Kompensieren des

10 Rollwinkels ( $\beta$ ) jeder der beiden Teilstrahlen (29; 30) auf einen der beiden Photodetektoren (22) des dem vorbestimmten relativen Azimut ( $\Omega$ ) zugeordneten Paars ausgerichtet ist und dass die elektronische Schaltung (25) über die Photodetektoren (22) zum Feststellen einer Asymmetrie der Intensität der beiden Teilstrahlen (29; 30) eingerichtet ist.

15 9. Münzprüfer mit einem Lesegerät (19; 36), das Lichtquellen (21), Photodetektoren (22) und eine mit den Lichtquellen (21) und den Photodetektoren (22) verbundene elektronische Schaltung (25) enthält und zur maschinellen Überprüfung der Kennung mit Reliefstrukturen (8) einer in einem Münzkanal (15) auf einer Rollfläche (81) rollenden oder gleitenden Münze (1) nach Anspruch 2

20 eingerichtet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine optische Achse (80) des Lesegeräts (19; 36) durch wenigstens einen Photodetektor (22) und wenigstens eine punktförmige Lichtquelle (21) festgelegt ist, dass die optische Achse (80) senkrecht zu einer Seitenwand (16; 17) des Münzkanals (15) ausgerichtet ist und von der Rollfläche (81) einen dem Radius der zu prüfenden Münze (1)

25 entsprechenden Abstand (a) aufweist, dass die Lichtquelle (21) in einem Abstand ( $h_Q$ ) und jeder Photodetektor (22) in einem Abstand ( $h_D$ ) von der Oberfläche (2; 3) der Münze (1) entfernt derart angeordnet sind, dass von der Lichtquelle (21) ausgesandtes, monochromatisches Licht der Wellenlänge  $\lambda$  von wenigstens einer Reliefstruktur (8) der zu prüfenden Münze (1) als Teilstrahl (29; 84) gegen die

30 optische Achse (80) gebeugt und auf den vorbestimmten, im Abstand ( $h_D$ ) angeordneten Photodetektor (22) konzentriert ist, und dass die elektronische Schaltung (25) dazu eingerichtet ist, den Durchgang des Mittelpunkts (18) der Münze (1) durch die optische Achse (80) und die Echtheit der Münze (1) aus den der Intensität des Teilstrahls (29; 84) proportionalen elektrischen Signalen der

35 Photodetektoren (22) zu erkennen.

- 5 10. Münzprüfer nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der monochromatische Lichtstrahl (34) aus der Lichtquelle (21) eine Wellenlänge ( $\lambda$ ) aus einer Anzahl vorbestimmter Wellenlängen ( $\lambda_1, \lambda_2$ ) aufweist und dass ein Kommando der elektronischen Schaltung (25) an die Lichtquelle (21) die Wellenlänge ( $\lambda$ ) des emittierten Lichtstrahls (34) bestimmt.
- 10 11. Verfahren zum Aufbringen einer mikroskopischen Reliefstruktur (8) auf eine vergleichsweise harte Materialoberfläche (2, 3), **dadurch gekennzeichnet**, dass die mikroskopische Reliefstruktur (8) durch Abtragen von Material mittels Belichten der Materialoberfläche (2, 3) mit einem Laserstrahl erzeugt wird.
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Laserstrahl eine die Form der mikroskopischen Reliefstruktur (8) bestimmende Maske (42) und anschliessend ein optisches Abbildungssystem (44) zur Verkleinerung passiert.
- 20 13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Laser nach der Methode der 2-Strahl-Interferenz auf der Materialoberfläche (2; 3) ein mikroskopisch feines Interferenzmuster mit einer vorbestimmten Spatialfrequenz erzeugt und das Material der Oberfläche (2; 3) an den Stellen mit erhöhter Intensität im Interferenzmuster zur Erzeugung der mikroskopischen Reliefstruktur (8) abgetragen wird.
- 25 14. Verfahren zum Aufbringen einer mikroskopischen Reliefstruktur (8) auf eine vergleichsweise harte Materialoberfläche (2, 3), **gekennzeichnet durch die Schritte**,  
Aufbringen einer dünnen lichtempfindlichen Kunststoffschicht auf die Materialoberfläche (2, 3),  
Belichtung und Entwicklung der Kunststoffschicht, so dass mikroskopisch feine Stellen der Materialoberfläche (2, 3) frei von Kunststoff sind,  
Ätzen der Materialoberfläche (2, 3), wobei sich die mikroskopische Reliefstruktur (8) bildet, und  
Entfernen der Kunststoffschicht.

5 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet,  
**dass** die Materialoberfläche (2, 3) mit den zuvor erzeugten Reliefstrukturen (8)  
durch Nitrieren gehärtet wird.

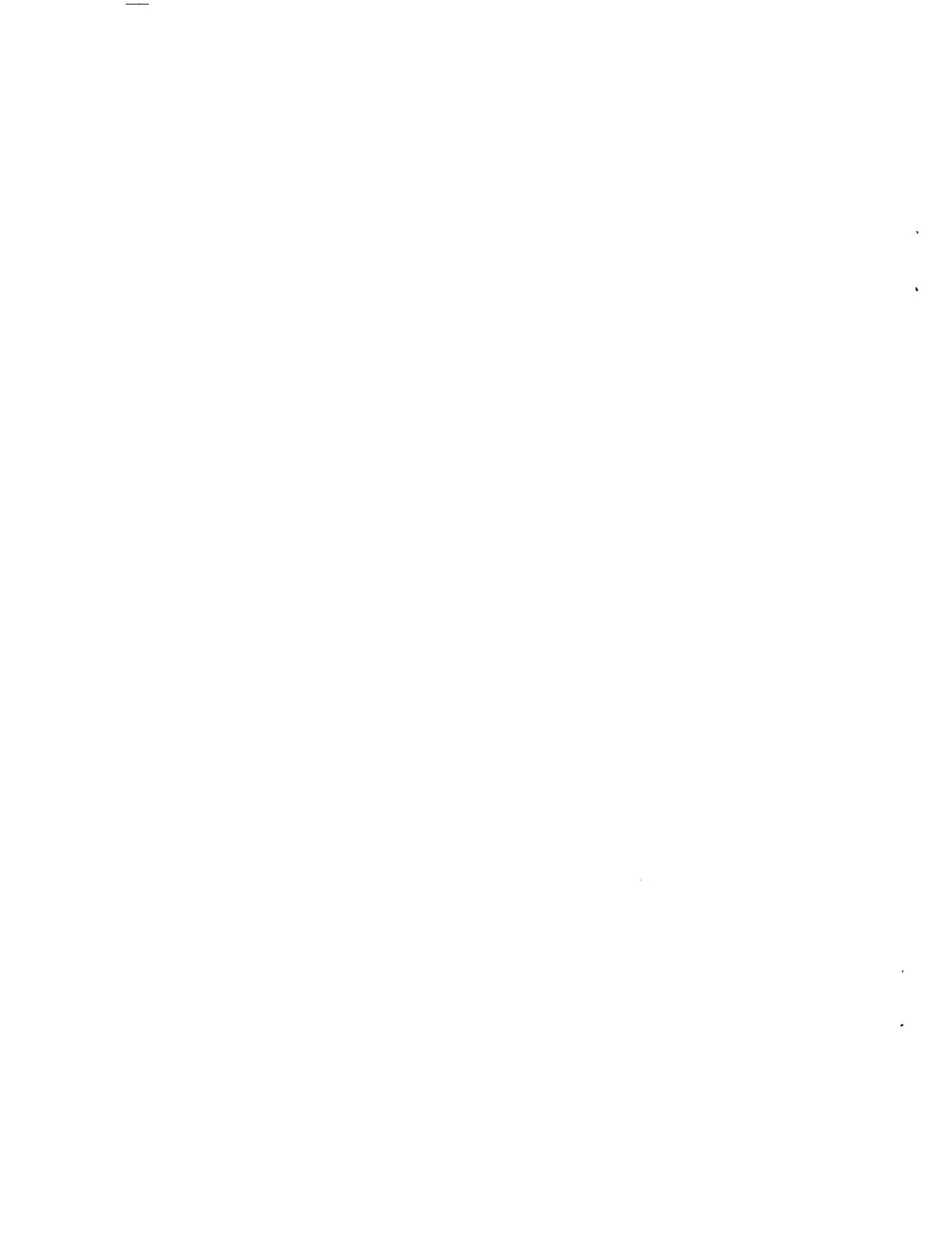


Fig. 1

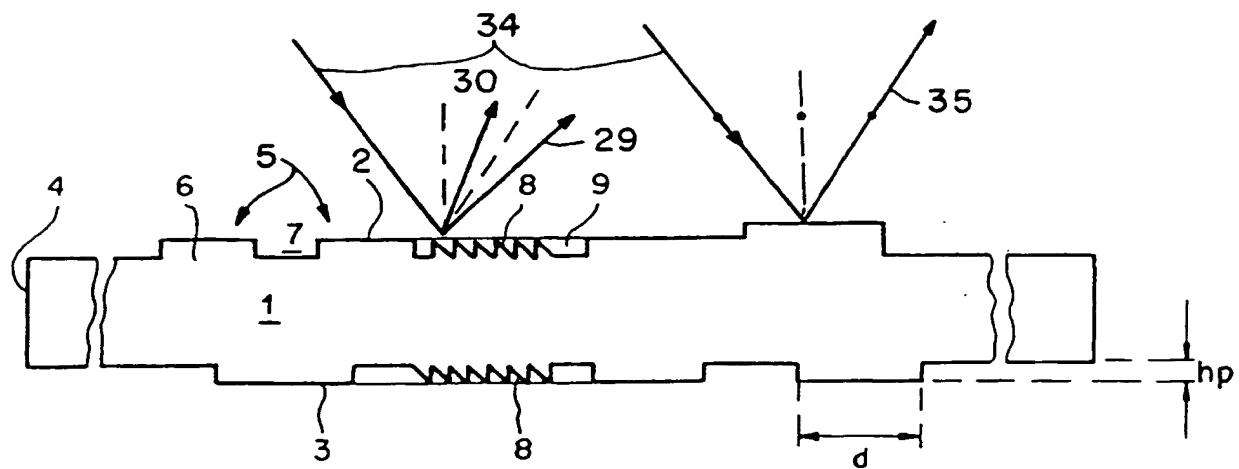


Fig. 2

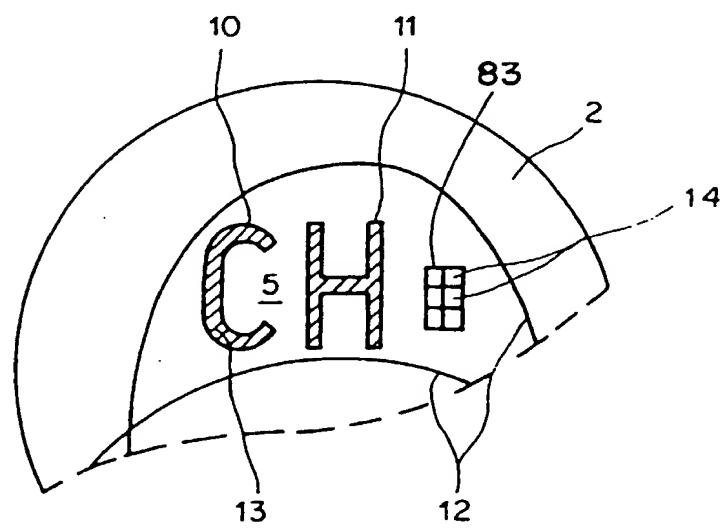




Fig. 3a

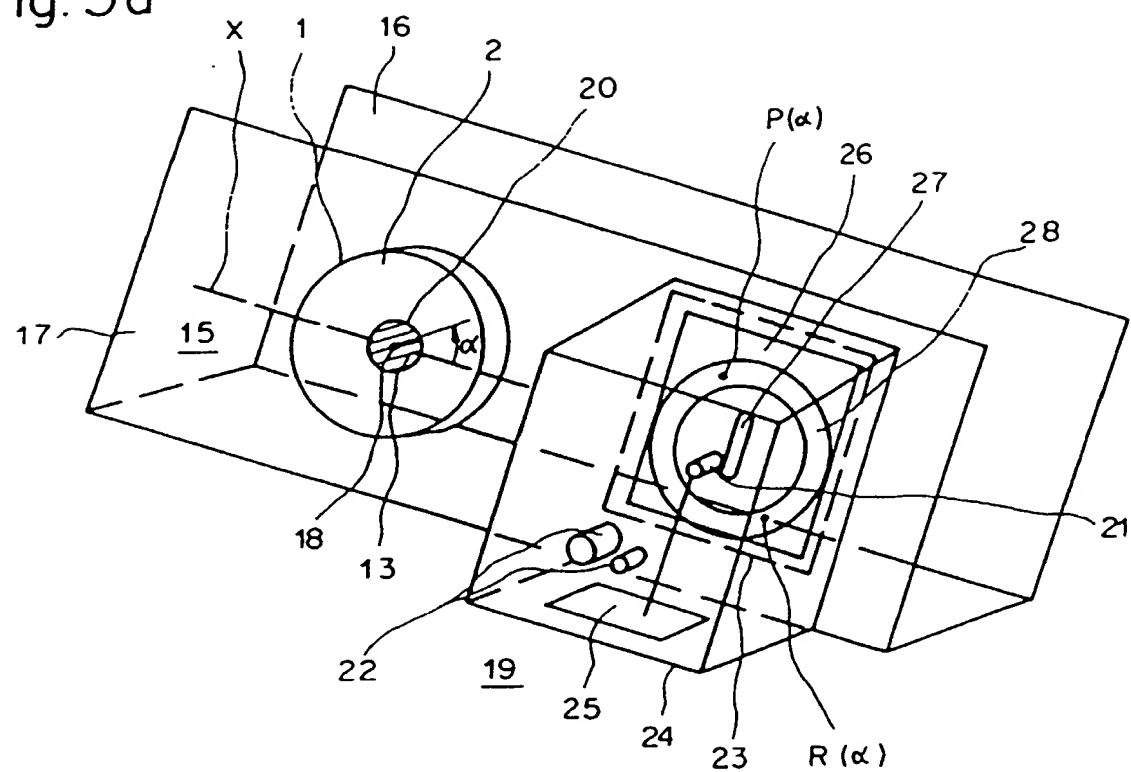


Fig. 3b

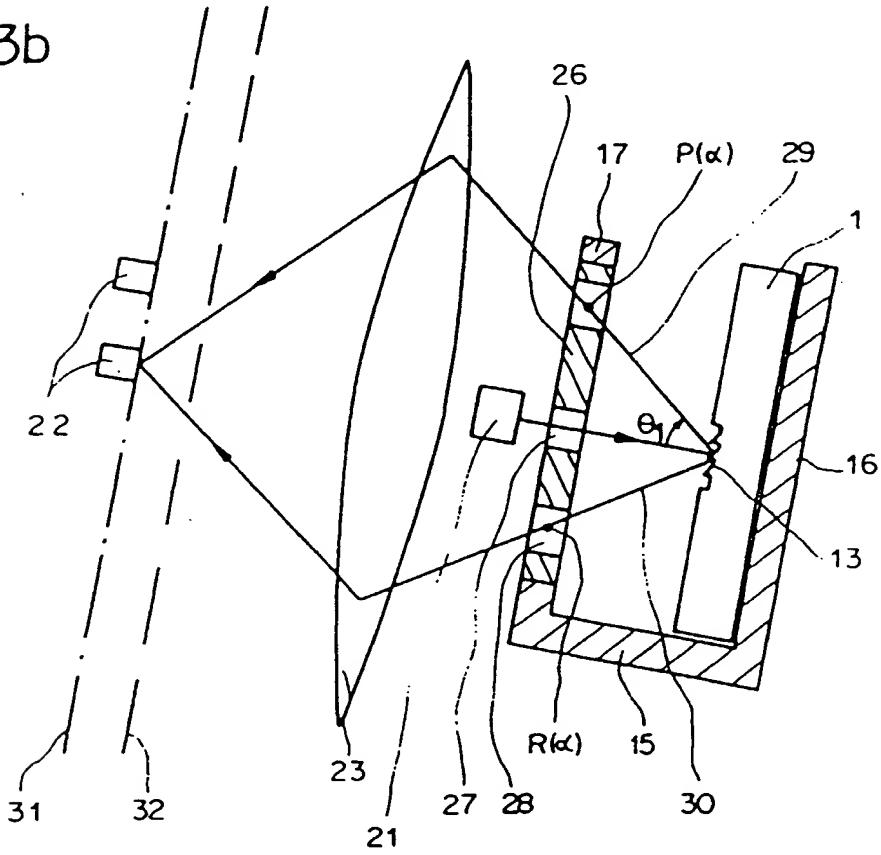




Fig. 4

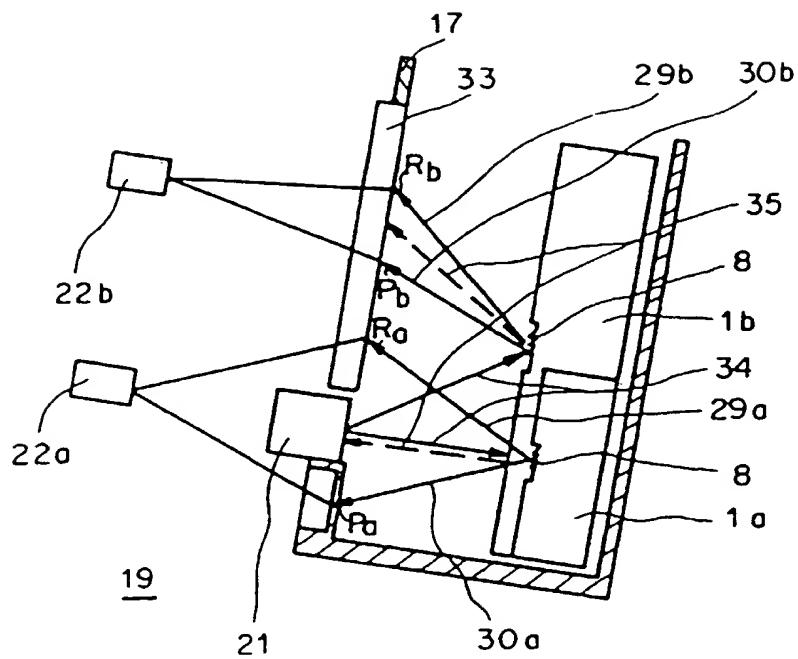


Fig. 5a

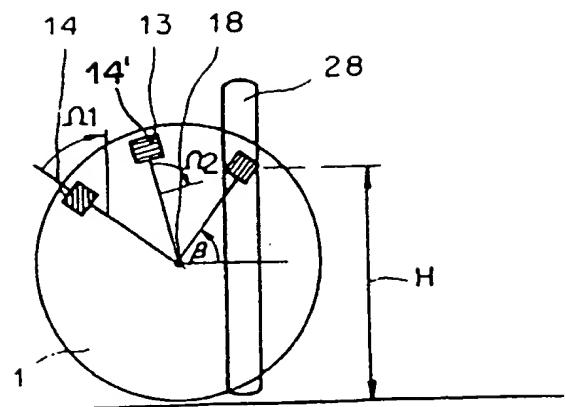
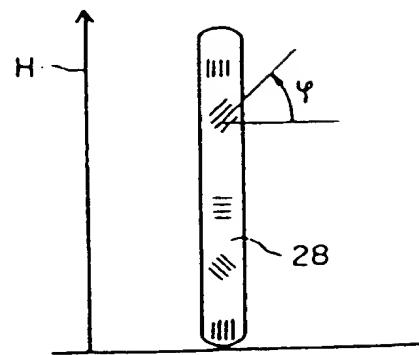


Fig. 5b



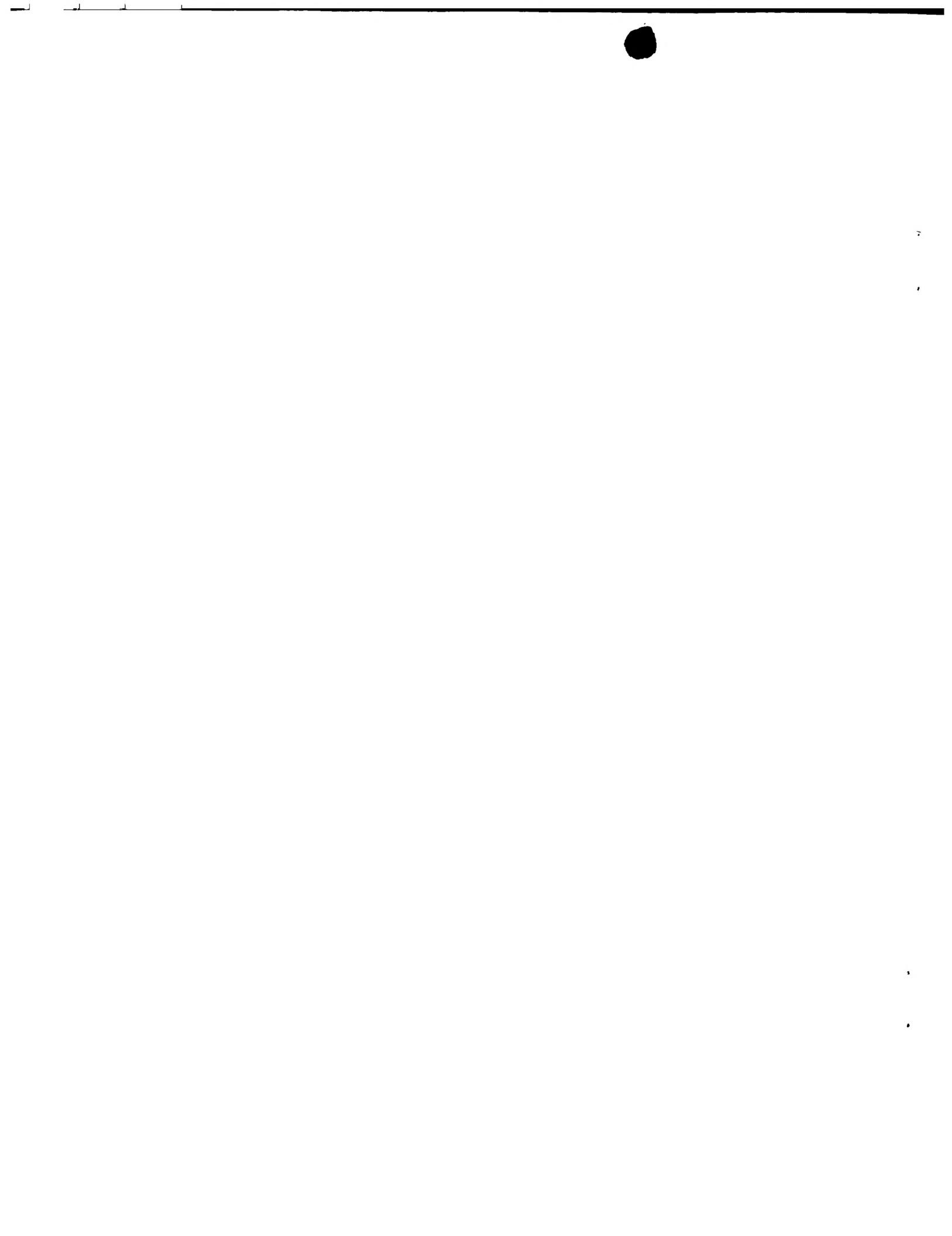


Fig. 6a

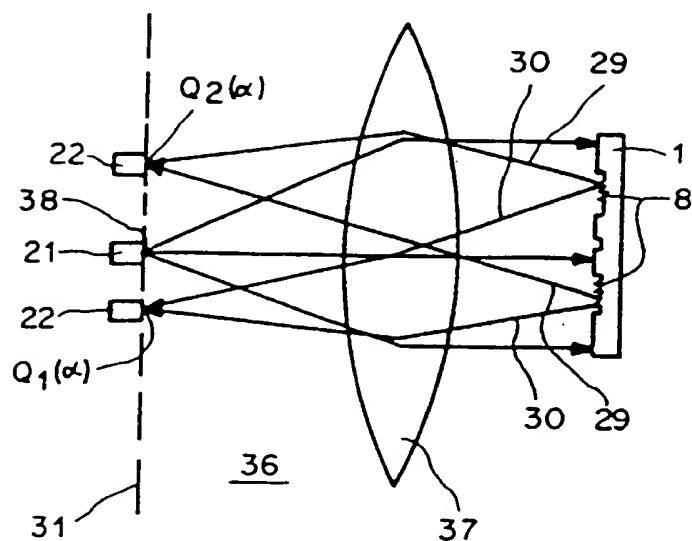


Fig. 6b

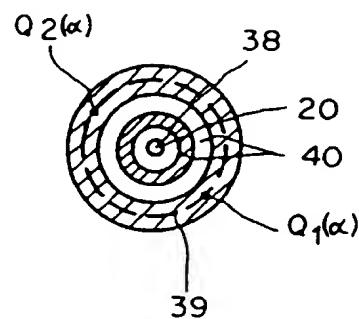


Fig. 9

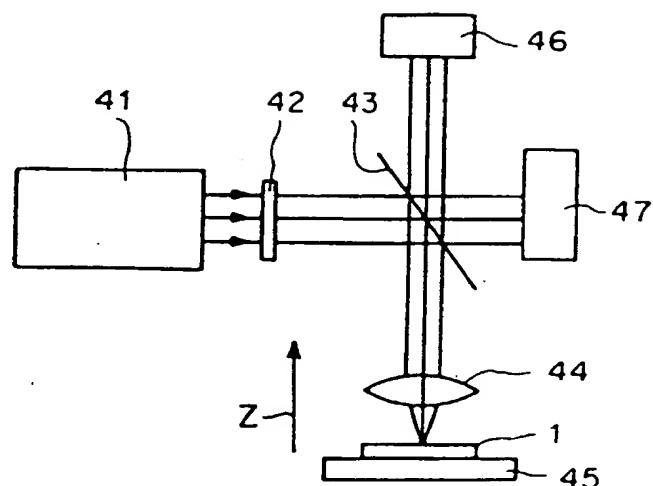
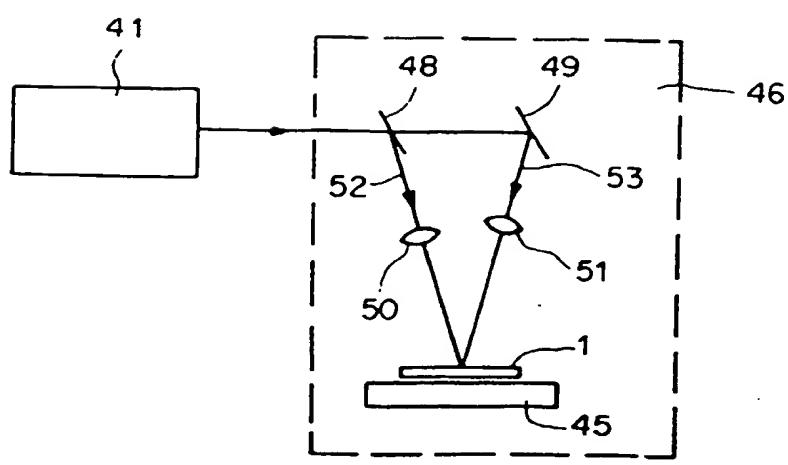


Fig. 10



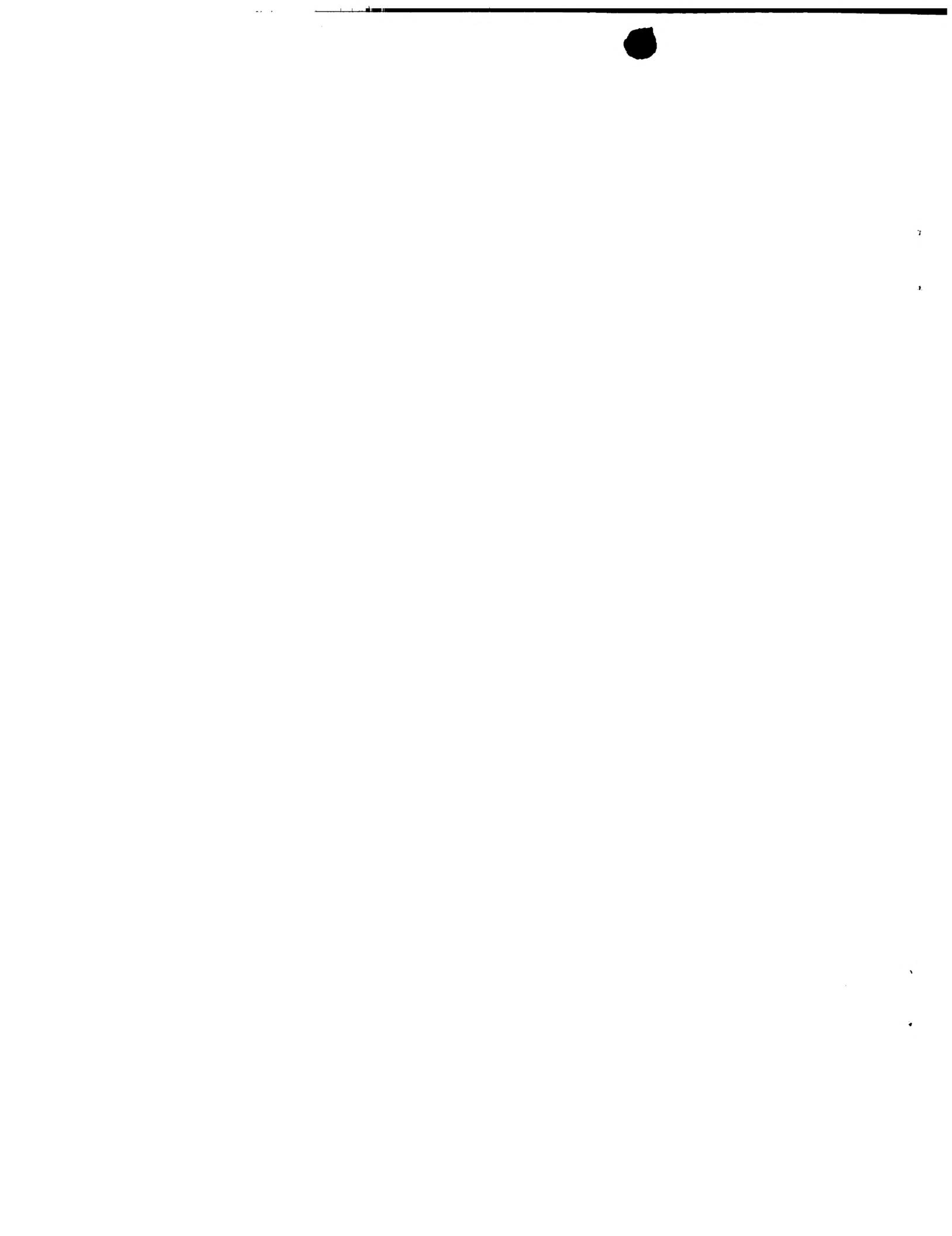


Fig. 7a

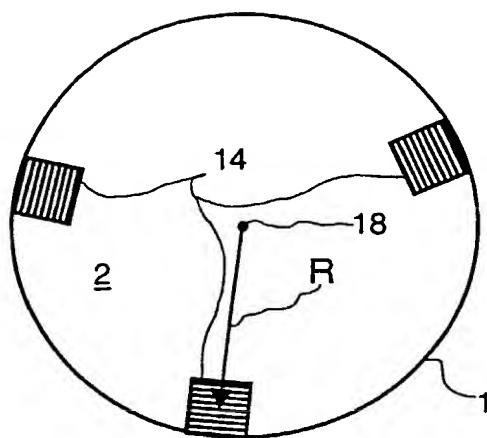


Fig. 7b

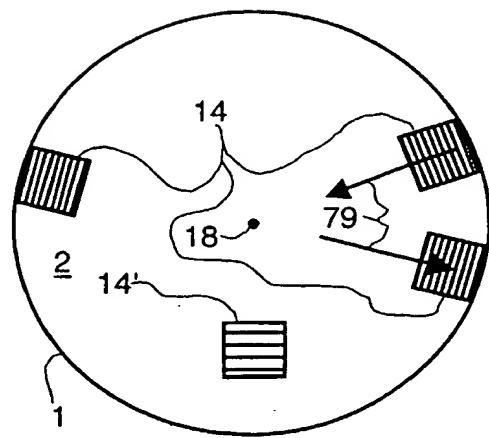
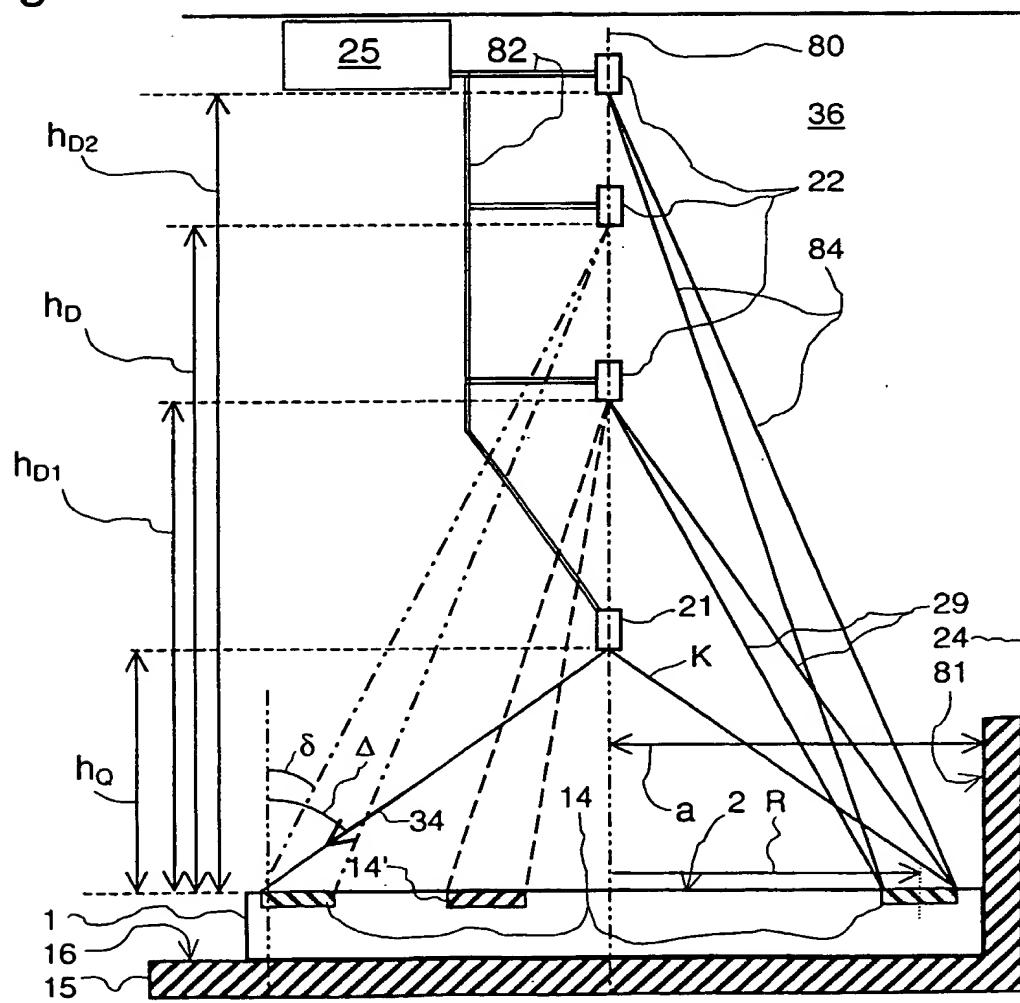


Fig. 8





09/936 935

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. Juli 2001 (26.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/52685 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G07D 5/00. G07F 1/06. A44C 21/00

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OVD KINEGRAM AG [CH/CH]: Gubelstrasse 22, CH-6301 Zug (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/00517

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmelddatum: 18. Januar 2001 (18.01.2001)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): TOMPKIN, Wayne, Robert [US/CH]: Oesterliwaldweg 2, CH-5400 Baden (CH). STAUB, René [CH/CH]: Schmiedstrasse 6, CH-6330 Cham (CH). HASLER, Andreas [CH/CH]: Tschuggenstrasse 48, CH-7000 Chur (CH). JÜTZ, Jakob [CH/CH]: Steinbergweg 10, CH-9472 Grabs (CH). MÜLLER, Martin [CH/CH]: Pischastrasse 2, CH-7260 Davos-Dorf (CH).

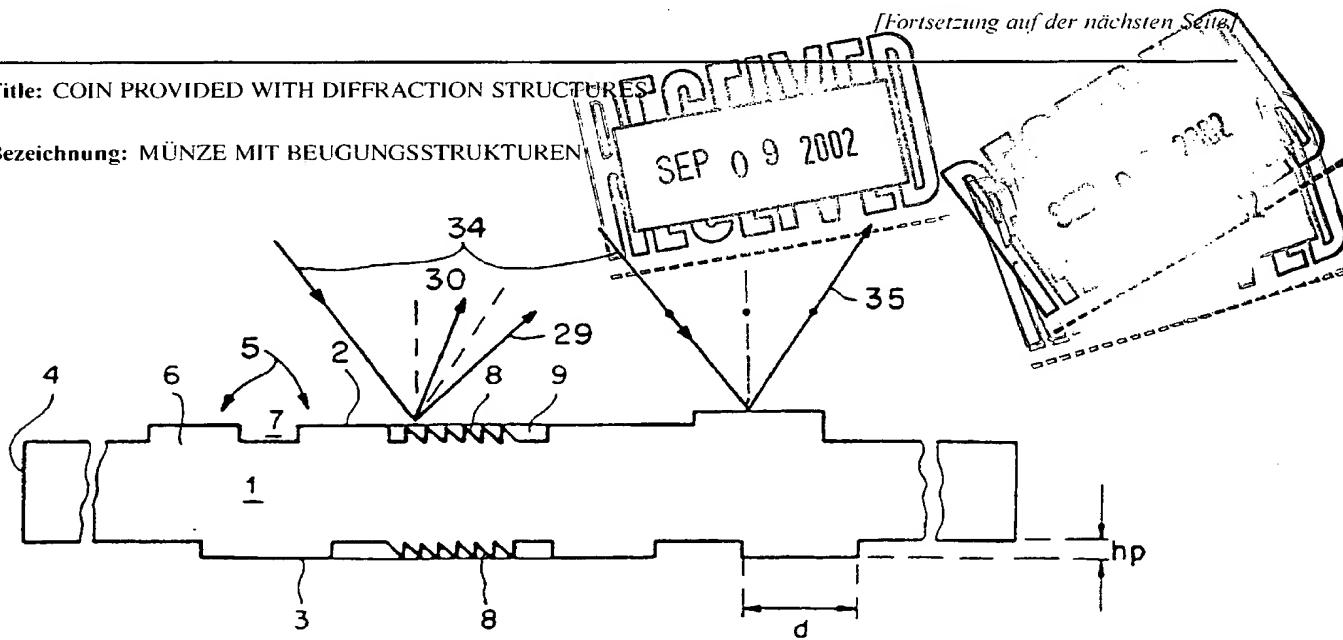
(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 02 644.3 21. Januar 2000 (21.01.2000) DE

(54) Title: COIN PROVIDED WITH DIFFRACTION STRUCTURES

(54) Bezeichnung: MÜNZE MIT BEUGUNGSSTRUKTUREN



(57) Abstract: The invention relates to a coin (1) which has a metallic surface (2, 3) and comprises macroscopic reliefs (5) that serve to visually indicate the value of the coin and as a legitimacy feature. Microscopically fine relief structures (8) that cause diffraction are placed directly inside at least one of the surfaces (2, 3). The relief structures (8) are preferably recessed and covered with a lacquer (9). In addition, it is advantageous when at least one portion of the relief structures (8) has an asymmetrical profile shape and/or the lattice vectors are radially aligned. The relief structures (8) can also contain a machine-readable coding which is recognized by cost-effective optical reading devices to be installed in coin examiners. The microscopic relief structure (8) can be provided on a hard material surface (2, 3) by removing material effected by exposing the material surface (2, 3) to a laser beam. The laser beam passes through a mask that determines the shape of the relief structures (8) and subsequently passes through an optical imaging system for size reduction. The exposure to light can be effected according to the two beam interference method. During an additional method, the microscopic relief structures (8) are etched into the material surface (2, 3).

(57) Zusammenfassung: Eine Münze (1) mit einer metallischen Oberfläche (2, 3) weist makroskopische Reliefs (5) auf, die zur visuellen Angabe des Münzwertes und als Echtheitsmerkmal dienen. Direkt in wenigstens einer der Oberflächen (2, 3) sind mikroskopisch feine, beugungswirksame Reliefstrukturen

**WO 01/52685 A3**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(74) **Anwalt:** PÖHLAU, Claus: Louis. Pöhlau, Lohrentz & Segeht, Postfach 30 55, 90014 Nürnberg (DE).

ES. FI. FR. GB. GR. IE. IT. LU. MC. NL. PT. SE. TR). OAPI-Patent (BF. BJ. CF. CG. CI. CM. GA. GN. GW. ML. MR. NE. SN. TD. TG).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE. AG. AL. AM. AT. AU. AZ. BA. BB. BG. BR. BY. BZ. CA. CH. CN. CR. CU. CZ. DK. DM. DZ. EE. ES. FI. GB. GD. GE. GH. GM. HR. HU. ID. IL. IN. IS. JP. KE. KG. KP. KR. KZ. LC. LK. LR. LS. LT. LU. LV. MA. MD. MG. MK. MN. MW. MX. MZ. NO. NZ. PL. PT. RO. RU. SD. SE. SG. SI. SK. SL. TJ. TM. TR. TT. TZ. UA. UG. US. UZ. VN. YU. ZA. ZW.

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts:**

20. Juni 2002

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH. GM. KE. LS. MW. MZ. SD. SL. SZ. TZ. UG. ZW). eurasisches Patent (AM. AZ. BY. KG. KZ. MD. RU. TJ. TM). europäisches Patent (AT. BE. CH. CY. DE. DK.

*Zur Erklärung der Zwei-Buchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(8) eingebracht. Die Reliefstrukturen (8) sind vorzugsweise vertieft angeordnet und mit einem Lack (9) bedeckt. Von Vorteil ist es zudem, wenn wenigstens ein Teil der Reliefstrukturen (8) eine asymmetrische Profilform und/oder die Gittervektoren radial ausgerichtet aufweist. Die Reliefstrukturen (8) können auch eine maschinenlesbare Codierung enthalten, die von kostengünstigen optischen Lesegeräten für einen Einbau in Münzprüfer erkannt wird. Das Aufbringen der mikroskopischen Reliefstruktur (8) auf eine harte Materialoberfläche (2, 3) kann durch Abtragen von Material mittels Belichtung der Materialoberfläche (2, 3) mit einem Laserstrahl erfolgen. Dabei passiert der Laserstrahl eine die Form der Reliefstrukturen (8) bestimmende Maske und anschliessend ein optisches Abbildungssystem zur Verkleinerung. Die Belichtung kann auch nach der Methode der Zwei-Strahl-Interferenz erfolgen. Bei einem weiteren Verfahren werden die mikroskopischen Reliefstrukturen (8) in die Materialoberfläche (2, 3) eingearbeitet.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In national Application No

PCT/EP 01/00517

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 G07D5/00 G07F1/06 A44C21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G07D G07F A44C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 046 841 A (JUDS SCOTT ET AL) 10 September 1991 (1991-09-10) cited in the application	1,3-6
A	column 2, line 44 -column 3, line 12 column 4, line 40-52; figures 1-3 ---	2,7-10
Y	US 4 108 367 A (HANNAN WILLIAM JAMES) 22 August 1978 (1978-08-22)	1,3-6
A	column 1, line 26-61; figure 1 ---	2,7-10
A	US 5 101 184 A (ANTES GREGOR) 31 March 1992 (1992-03-31) column 1, line 5-18 ---	1-10
A	US 4 250 393 A (GREENAWAY DAVID L) 10 February 1981 (1981-02-10) the whole document -----	7-10

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 March 2002

Date of mailing of the international search report

13/03/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bumes, K

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

Continuation of Box I.2

Claims Nos.: 11-15

The manufacturing processes according to claims 11 to 15 are of general nature, i.e. they do not necessarily result in coins according to the application. Therefore, claims 11 to 15 are not unitary with respect to the preceding claims. (If during a future substantive examining procedure the applicant restricts those claims to processes that necessarily result in the production of coins according to the application, the requirement of unity will be met automatically.)

The applicant's attention is drawn to the fact that claims, or parts of claims, relating to inventions in respect of which no international search report has been established need not be the subject of an international preliminary examination (Rule 66.1(e) PCT). The applicant is advised that the EPO policy when acting as an International Preliminary Examining Authority is normally not to carry out a preliminary examination on matter which has not been searched. This is the case irrespective of whether or not the claims are amended following receipt of the search report or during any Chapter II procedure.

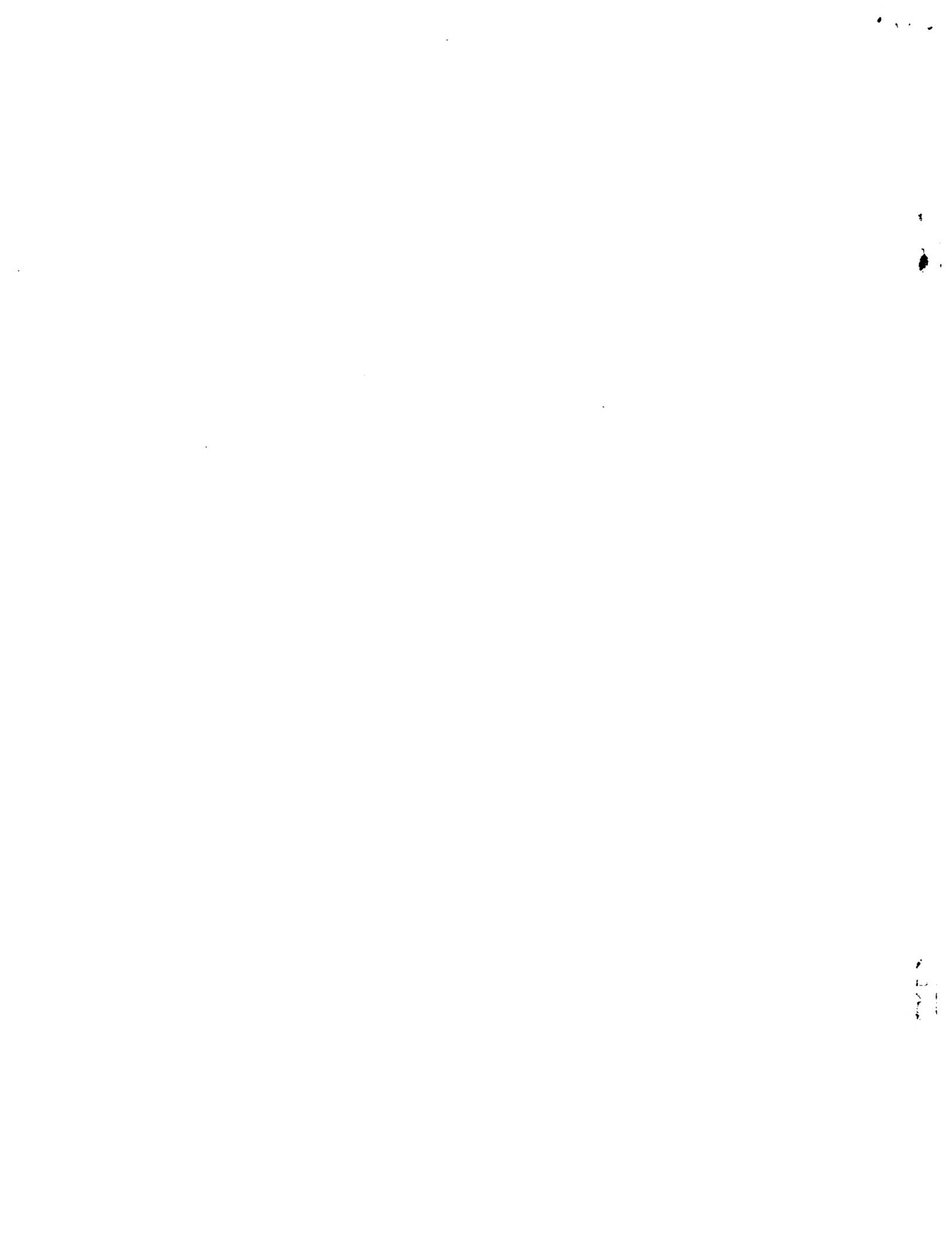
**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/00517

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5046841	A 10-09-1991	AU	619639 B2	30-01-1992
		AU	4788290 A	26-07-1990
		CA	1313806 A1	23-02-1993
		DE	4000197 A1	26-07-1990
		GB	2227347 A ,B	25-07-1990
		JP	2228791 A	11-09-1990
		JP	2920396 B2	19-07-1999
US 4108367	A 22-08-1978	JP	1171547 C	17-10-1983
		JP	53106550 A	16-09-1978
		JP	58004381 B	26-01-1983
US 5101184	A 31-03-1992	AT	98795 T	15-01-1994
		DE	58906429 D1	27-01-1994
		EP	0360969 A1	04-04-1990
		JP	2111599 C	21-11-1996
		JP	2116805 A	01-05-1990
		JP	8020564 B	04-03-1996
US 4250393	A 10-02-1981	CH	622896 A5	30-04-1981
		BE	874955 A1	16-07-1979
		DE	2814890 B1	07-12-1978
		ES	478763 A1	16-05-1979
		FR	2420794 A1	19-10-1979
		GB	2016775 A ,B	26-09-1979
		IT	1111936 B	13-01-1986
		JP	1324868 C	27-06-1986
		JP	54128221 A	04-10-1979
		JP	60046470 B	16-10-1985
		SE	436944 B	28-01-1985
		SE	7902465 A	21-09-1979



PCT

## ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird.

Vom Anmeldeamt auszufüllen

09/936935

Internationales Aktenzeichen

Internationales Anmeldedatum

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht)  
(max. 12 Zeichen) 2960W0/30/h

## Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG

Münze mit Beugungsstrukturen

## Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staates anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

OVD Kinogram AG  
Gubelstrasse 22  
CH-6301 Zug  
Schweiz

Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.:

Telefaxnr.:

Fernschreibnr.:

Staatsangehörigkeit (Staat):

CH

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

CH

Diese Person ist Anmelder  alle Bestimmungsstaaten  alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika  nur die Vereinigten Staaten von Amerika  die im Zusatzfeld angegebenen Staaten  
für folgende Staaten:

## Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staates anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

TOMPKIN Wayne Robert  
Oesterliwaldweg 2  
CH-5400 Baden,  
Schweiz

Diese Person ist:

 nur Anmelder Anmelder und Erfinder nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

US

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

CH

Diese Person ist Anmelder  alle Bestimmungsstaaten  alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika  nur die Vereinigten Staaten von Amerika  die im Zusatzfeld angegebenen Staaten  
für folgende Staaten:

Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

## Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRÉTER; ODER ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als:  Anwalt  gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staates anzugeben.)

PÖHLAU Claus  
Louis, Pöhlau, Lohrentz & Segeth  
Postfach 30 55  
DE-90014 Nürnberg, Deutschland

Telefonnr.:

0911/ 510 360

Telefaxnr.:

0911/ 511 342

Fernschreibnr.:

Zustellanschrift: Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.



Blatt Nr. 2

## Fortsetzung von Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Wird keines der folgenden Felder benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigefügt werden.

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staates anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

STAUB René  
Schmiedstrasse 6  
CH-6330 Cham  
Schweiz

Diese Person ist:

 nur Anmelder Anmelder und Erfinder nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

CH

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

CH

Diese Person ist Anmelder  alle Bestimmungsstaaten  alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika  nur die Vereinigten Staaten von Amerika  die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staates anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

HASLER Andreas  
Tschuggenstrasse 48  
CH-7000 Chur  
Schweiz

Diese Person ist:

 nur Anmelder Anmelder und Erfinder nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

CH

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

CH

Diese Person ist Anmelder  alle Bestimmungsstaaten  alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika  nur die Vereinigten Staaten von Amerika  die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staates anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

JÜTZ Jakob  
Steinbergweg 10  
CH-9472 Grabs  
Schweiz

Diese Person ist:

 nur Anmelder Anmelder und Erfinder nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

CH

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

CH

Diese Person ist Anmelder  alle Bestimmungsstaaten  alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika  nur die Vereinigten Staaten von Amerika  die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staates anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

MÜLLER Martin  
Pischastrasse 2  
CH-7260 Davos-Dorf  
Schweiz

Diese Person ist:

 nur Anmelder Anmelder und Erfinder nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

CH

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

CH

Diese Person ist Anmelder  alle Bestimmungsstaaten  alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika  nur die Vereinigten Staaten von Amerika  die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem zusätzlichen Fortsetzungsblatt angegeben.



## Feld Nr. V BESTIMMUNG VON STAATEN

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz 2 werden hiermit vorgenommen (bitte die entsprechenden Kästchen ankreuzen; wenigstens ein Kästchen muß angekreuzt werden):

## Regionales Patent

AP ARIPO-Patent: GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, MZ Mosambik, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swasiland, TZ Vereinigte Republik Tansania, UG Uganda, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist

EA Eurasisches Patent: AM Armenien, AZ Aserbaidschan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist

EP Europäisches Patent: AT Österreich, BE Belgien, CH und LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist

OA OAPI-Patent: BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guine, GW Guine-Bissau, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben)

Nationales Patent (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

AE Vereinigte Arabische Emirate

AG Antigua und Barbuda

AL Albanien

AM Armenien

AT Österreich

AU Australien

AZ Aserbaidschan

BA Bosnien-Herzegowina

BB Barbados

BG Bulgarien

BR Brasilien

BY Belarus

BZ Belize

CA Kanada

CH und LI Schweiz und Liechtenstein

CN China

CR Costa Rica

CU Kuba

CZ Tschechische Republik

DE Deutschland

DK Dänemark

DM Dominica

DZ Algerien

EE Estland

ES Spanien

FI Finnland

GB Vereinigtes Königreich

GD Grenada

GE Georgien

GH Ghana

GM Gambia

HR Kroatien

HU Ungarn

ID Indonesien

IL Israel

IN Indien

IS Island

JP Japan

KE Kenia

KG Kirgisistan

KP Demokratische Volksrepublik Korea

KR Republik Korea

KZ Kasachstan

LC Saint Lucia

LK Sri Lanka

LR Liberia

LS Lesotho

LT Litauen

LU Luxemburg

LV Lettland

MA Marokko

MD Republik Moldau

MG Madagaskar

MK Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien

MN Mongolei

MW Malawi

MX Mexiko

MZ Mosambik

NO Norwegen

NZ Neuseeland

PL Polen

PT Portugal

RO Rumänien

RU Russische Föderation

SD Sudan

SE Schweden

SG Singapur

SI Slowenien

SK Slowakei

SL Sierra Leone

TJ Tadschikistan

TM Turkmenistan

TR Türkei

TT Trinidad und Tobago

TZ Vereinigte Republik Tansania

UA Ukraine

UG Uganda

US Vereinigte Staaten von Amerika

UZ Usbekistan

VN Vietnam

YU Jugoslawien

ZA Südafrika

ZW Simbabwe

Kästchen für die Bestimmung von Staaten, die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: Zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz 2 auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung (einschließlich der Gebühren) muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehen.)



Blatt Nr. 4 .....

Feld Nr. VI PRIORITYANSPRUCH		<input type="checkbox"/> Weitere Prioritätsansprüche sind im Zusatzfeld angegeben.		
Anmeldeatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen der früheren Anmeldung	nationale Anmeldung: Staat	regionale Anmeldung: regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile (1) 21-01-2000 21. Januar 2000	100 02 644.3	Deutschland		
Zeile (2)	21.1.2001 = 12		21.1.2002 = 24	
Zeile (3)	21.8.2001 = 19		21.7.2002 = 30	
	21.9.2001 = 20			

Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben in der (den) Zeile(n) bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem internationalen Büro zu übermitteln (nur falls die frühere Anmeldung(en) bei dem Amt eingereicht worden ist/sind), das für die Zwecke dieser internationalen Anmeldung Anmeldeamt ist)  
• Falls es sich bei der früheren Anmeldung um eine ARIPO-Anmeldung handelt, so muß in dem Zusatzfeld mindestens ein Staat angegeben werden, der Mitgliedstaat der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung eingereicht wurde.

## Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHEBEHÖRDE

Wahl der internationalen Recherchenbehörde (ISA) (falls zwei oder mehr als zwei internationale Recherchenbehörden für die Ausführung der internationalen Recherche zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an; der Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden): ISA / EP	Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche; Bezugnahme auf diese frühere Recherche (falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist): Datum (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen	Staat (oder regionales Amt)
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------	-----------------------------

## Feld Nr. VIII KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE

Diese internationale Anmeldung enthält die folgende Anzahl von Blättern:	Dieser internationale Anmeldung liegen die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei:
Antrag : 4	1. <input checked="" type="checkbox"/> Blatt für die Gebührenberechnung
Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil) : 26	2. <input type="checkbox"/> Gesonderte unterzeichnete Vollmacht
Ansprüche : 5	3. <input checked="" type="checkbox"/> Kopie der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden):
Zusammenfassung : 1	4. <input type="checkbox"/> Begründung für das Fehlen einer Unterschrift
Zeichnungen : 5	5. <input type="checkbox"/> Prioritätsbeleg(e), in Feld Nr. VI durch folgende Zeilennummer gekennzeichnet:
Sequenzprotokollteil der Beschreibung : _____	6. <input type="checkbox"/> Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache:
Blattzahl insgesamt : 41	7. <input type="checkbox"/> Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder anderem biologischen Material
	8. <input type="checkbox"/> Protokoll der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenzen in computerlesbarer Form
	9. <input checked="" type="checkbox"/> Sonstige (einzelne aufführen): Scheck
Abbildung der Zeichnungen, die mir der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.): 1	Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht wird: Deutsch

## Feld Nr. IX UNTERSCHRIFFT DES ANMELDERS ODER DES ANWALTS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.

Nürnberg, 16.01.2001

Claus Pöhla, Patentanwalt

Vom Anmeldeamt auszufüllen

1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung:	2. Zeichnungen eingegangen: <input type="checkbox"/>
3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:	<input type="checkbox"/> nicht eingegangen:
4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellungen nach Artikel 11(2) PCT:	
5. Internationale Recherchenbehörde (falls zwei oder mehr zuständig sind): ISA /	6. <input type="checkbox"/> Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchengebühr aufgeschoben

Vom Internationalen Büro auszufüllen

Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro:

